

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

**Stanovení zatížení napájecí stanice traťového úseku**

**Charge determination of section feeder station**

Student: Bc. Lukáš Balcárek

Vedoucí diplomové práce : Ing. Jaromír Široký Ph.D.

Ostrava 2009



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Stanovení zatížení napájecí stanice traťového úseku**

*Charge Determination of Section Feeder Station*

**Student:** Bc. Lukáš Balcárek  
**Studijní obor:** 2301T003 Dopravní technika a technologie  
**Specializace:** 2301T003-10 Kolejová doprava  
**Pracoviště:** Institut dopravy - 342

### **Zásady pro zpracování:**

1. Analýza parametrů traťového úseku.
2. Analýza provozu na traťovém úseku Ostrava - Frýdek-Místek.
3. Stanovení technického notmativu hnotnosti pro vybraná hnací vozidla a stanovení parametrů jízdy vlaků vedených těmito vozidla.
4. Stanovení zatížení napájecí stanice při jednostranném napájení na konci úseku.
5. Provozně technické hodnocení řešeného problému.

**Pokyny pro zpracování:**

**Rozsah práce:** min. 50 stran textu mimo přílohy

**Cíl práce:** Na základě analýzy provozu a jeho predikce na traťovém úseku stanovit průběh zatížení napájecí stanice pro traťový úsek Ostrava - Frýdek-Místek.

**Seznam doporučené literatury:**

*Podklady provozovatel dopravy*

ČD. *Předpis V7*. Trakční výpočty. Praha. FMD Praha. 1982

ANTONICKÝ, S. *Provoz železničních vozidel. Vozební výpočty*. Bratislava. ALFA Bratislava. 1984.

ŠIROKÝ J. *Mechanika v dopravě. Příklady*. Ostrava VŠB-TU Ostrava. 2006

**Vedoucí diplomové práce:**

Ing. Jaromír Široký, Ph.D.

**Datum zadání diplomové práce:**

10. listopad 2008

**Datum odevzdání:**

22. května 2009

**Akademický rok:**

2008/2009



doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.

ředitel Institutu dopravy

prof. Ing. Radim Farana, CSc.

děkan FS

V Ostravě dne 10. listopadu 2008

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....

.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.

- беру на ведомі, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).

- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce.

- souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.

- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.

- bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB -TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě.....

.....

Plné jméno studenta

Adresa trvalého pobytu studenta:

Adolfa Kašpara 12

Mohelnice

789 85

## **ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE**

BALCÁREK, L. *Stanovení zatížení napájecí stanice traťového úseku*. Ostrava: Institut dopravy, Fakulta strojní VŠB- Technická univerzita Ostrava, 2009, Diplomová práce, vedoucí: Široký, J.

Diplomová práce se zabývá stanovením zatížení napájecí stanice na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

Cílem práce je provést analýzu provozu, jeho následnou predikci a na základě této predikce stanovit zatížení napájecí stanice na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

## **ANNOTATION OF DIPLOMA PROJECT**

BALCÁREK, L.. *Charge determination of section feeder station*. Ostrava: Institute transport – Technical University of Ostrava, 2009, Diploma project, director : Široký, J.

Diploma project is deal with determination charge of feeder station in track section Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

The aim of this work is implement analyse traffic, his subsequent alteration prediction and on the basis of this prediction determine charge feeder station in track section Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

# OBSAH

<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....</b>	<b>9</b>
<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>13</b>
<b>2. ANALÝZA TRAŤOVÉHO ÚSEKU OSTRAVA KUNČICE – FRÝDEK-MÍSTEK.....</b>	<b>14</b>
2.1 HISTORIE TRATI .....	14
2.2 ZÁKLADNÍ PARAMETRY TRAŤOVÉHO ÚSEKU .....	14
2.3 RYCHLOSTNÍ PROFIL TRAŤOVÉHO ÚSEKU .....	16
2.4 UMÍSTĚNÍ HLAVNÍCH NÁVĚSTIDEL A JEJICH PŘEDVĚSTÍ .....	18
2.5 STANIČNÍ A TRAŤOVÉ ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ .....	19
<b>3. ANALÝZA PROVOZU NA ÚSEKU OSTRAVA KUNČICE – FRÝDEK-MÍSTEK.....</b>	<b>21</b>
3.1 ANALÝZA OSOBNÍ DOPRAVY NA TRAŤOVÉM ÚSEKU OSTRAVA KUNČICE – FRÝDEK-MÍSTEK .....	21
3.2 ANALÝZA OSOBNÍ DOPRAVY NA TRAŤOVÉM ÚSEKU FRÝDEK-MÍSTEK – OSTRAVA KUNČICE. ....	22
3.3 ANALÝZA NÁKLADNÍ DOPRAVY NA TRAŤOVÉM ÚSEKU OSTRAVA KUNČICE – FRÝDEK-MÍSTEK.....	22
3.4 ANALÝZA NÁKLADNÍ DOPRAVY NA TRAŤOVÉM ÚSEKU FRÝDEK-MÍSTEK – OSTRAVA KUNČICE.....	23
<b>4. ÚPRAVA TRATI PRO VOZEBNÍ VÝPOČTY .....</b>	<b>25</b>
4.1 REDUKCE SKLONU TRATI .....	25
4.2 ROZHODNÉ STOUPÁNÍ.....	28
<b>5. URČENÍ TECHNICKÉHO NORMATIVU HMOTNOSTI .....</b>	<b>31</b>
5.1 ROZJEZDOVÝ NORMATIV HMOTNOSTI.....	31
5.2 PRŮJEZDOVÝ NORMATIV HMOTNOSTI .....	33
<b>6. VÝBĚR JEDNOTLIVÝCH PARAMETRŮ VLAKŮ.....</b>	<b>35</b>
<b>7. KONSTRUKCE <math>S_0</math>-V DIAGRAMU .....</b>	<b>36</b>
7.1 VÝPOČET SETRVAČNÉHO SKLONU.....	38
7.2 VÝPOČET SETRVAČNÉHO VÝBĚHOVÉHO SKLONU .....	40
7.3 VÝSLEDNÉ $S_0$ -V DIAGRAMY PRO JEDNOTLIVÉ TYPY VLAKŮ.....	42
<b>8. PARAMETRY JÍZDY KOLEJOVÝCH VOZIDEL.....</b>	<b>45</b>
8.1 VÝPOČET TACHOGRAMU JÍZDY VLAKU .....	45
8.1.1 Interpolační výpočet.....	49
8.1.2 Zastavení vlaku ve stanoveném místě.....	50
8.2 STANOVENÍ JÍZDNÍ DOBY.....	52
8.3 STANOVENÍ SPOTŘEBY ENERGIE.....	53
8.3.1 Stanovení hodnoty napětí připadající na jeden TM .....	54
8.3.2 Spotřeba elektrické energie pro hnací vozidla s plynulou regulací .....	55
8.3.3 Spotřeba elektrické energie pro hnací vozidla se stupňovou, odporovou regulací.....	60
<b>9. VÝSLEDNÉ PARAMETRY JÍZDY VLAKŮ .....</b>	<b>63</b>
9.1 VÝSLEDNÉ TACHOGRAMY .....	63
9.2 VÝSLEDNÉ JÍZDNÍ DOBY .....	65

9.3 VÝSLEDNÁ SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE .....	68
<b>10. SESTAVENÍ PROVOZU .....</b>	<b>69</b>
10.1 SESTAVENÍ REÁLNÉHO PROVOZU PODLE GVD 07/08 .....	69
10.2 PŘÍRAZENÍ JEDNOTLIVÝCH SOUPRAV K VLAKŮM .....	70
10.3 SESTAVENÍ PRŮBĚHU JÍZDY PRO JEDNOTLIVÉ VLAKY .....	71
10.4 SESTAVENÍ NOVÉHO GVD S VYUŽITÍM VYPOČTENÝCH JÍZDNÍCH DOB .....	74
<b>11. SESTAVENÍ PODKLADŮ PRO ZJIŠTĚNÍ ODBĚRU PROUDU .....</b>	<b>75</b>
11.1 SESTAVENÍ TABULKY ODBĚRU PROUDU PRO JEDNOTLIVÉ VLAKY .....	75
<b>12. STANOVENÍ NEJVVYŠŠÍHO MOŽNÉHO ZATÍŽENÍ NAPÁJECÍ STANICE.....</b>	<b>80</b>
<b>13. ZÁVĚR.....</b>	<b>85</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>87</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>88</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>90</b>
<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>91</b>



## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

a, b, c	koeficienty součinitele vozidlových odporů	[1]
AB	automatický blok	[1]
$a_b$	brzdné zpomalení	$[\text{m}\cdot\text{s}^{-2}]$
Ahr	automatické hradlo	[1]
ČD	České dráhy a.s.	[1]
D2	předpis pro organizování drážní dopravy	[1]
DK	dopravní kancelář	[1]
$E_C$	celková spotřebovaná energie	[kWh]
EJ	elektrická jednotka	[1]
$E_{NAP}$	energie spotřebovaná taženými vozidly	[kWh]
$E_{ITM}$	celková spotřeba trakčního motoru	[kWh]
$E_{PZ}$	spotřeba energie pomocných zařízení	[kWh]
$E_{TR}$	energie spotřebovaná pro vozbu	[kWh]
$E_Z$	energie potřebná na pokrytí ztrát	[kWh]
$F_a$	tažná síla na mezi adheze	[N]
$F_O$	tažná síla na obvodu hnacích kol	[N]
$F_{OPP}$	tažná síla na obvodu kol pro rozjezd nebo průjezd	[N]
$F_{SPR}$	tažná síla na spráhle	[N]
$g$	tíhové zrychlení	$[\text{m}\cdot\text{s}^{-2}]$
$G_D$	tíha tažených vozidel	[N]
$G_L$	tíha hnacího vozidla	[N]
GVD	grafikon vlakové dopravy	[1]
HV	hnací vozidlo	[1]
$I_{1MIN}$	spotřeba proudu za jednu minutu	[A]
$^sI_{ITMi}$	střední hodnota proudu	[A]
$I_{ITMi-1}$	proud procházející na počátku výpočtového kroku	[A]

$I_{1T Mi}$	proud procházející na konci výpočtového kroku	[A]
$I_{\Delta Ti}$	spotřeba proudu v určitém časovém kroku	[A]
JOP	Jednotné obslužné pracoviště	[1]
K	obsaditelnost	[místa]
k	pořadové číslo oblouku	[1]
$k_{kw}$	konstanta pro převod jednotek	[1]
L, 1L, 2L	označení vjezdových návěstidel	[1]
$L_B$	poloha počátku brzdění	[km]
$l_i$	délka sklonového úseku	[m]
$L_{i-1}$	poloha vlaku v předešlém výpočtovém kroku	[km]
$L_K$	místo zastavení	[km]
L <sub>O</sub>	označení návěstidla automatického hradla	[1]
$l_{obl}$	délka oblouku	[m]
$L_{si}$	poloha změny sklonu tratě	[km]
$l_{tun}$	délka tunelu	[m]
$m$	počet trakčních motorů hnacího vozidla	[1]
$M_C$	celková hmotnost cestujících	[t]
$M_D$	hmotnost tažených vozidel	[t]
$M_L$	hmotnost hnacího vozidla	[t]
Mn	manipulační vlak	[1]
$M_P$	průjezdový normativ hmotnosti	[t]
$M_R$	rozjezdový normativ hmotnosti	[t]
$M_V$	hmotnost jednoho vozu	[t]
$m_{1cest}$	průměrná hmotnost jednoho cestujícího	[kg]
$N_{VK}$	počet výpočtových kroků	[1]
$o_D$	součinitel odporu tažených vozidel	[1]
OKD	Ostravsko-Karvinské doly	[1]
$o_L$	součinitel odporu hnacího vozidla	[1]
Os	osobní vlak	[1]
$o_R$	součinitel rozjezdového odporu	[1]

$o_T$	součinitel traťového odporu	[1]
$p$	počet trakčních motorů zapojených sériově nebo paralelně	[1]
$p_s$	přebytek měrné tažné síly	[‰]
Pn	průběžný nákladní vlak	[1]
Př. L,S	označení předvěstí vjezdových návěstidel	[1]
Př L <sub>O</sub> ,S <sub>O</sub>	označení předvěstí automatického hradla	[1]
R	typ vozidlového odporu	[1]
Rn	rychlý nákladní vlak	[1]
$R_{obl}$	poloměr oblouku	[m]
$R_{si}$	použití jednotlivých regulačních stupňů	[1]
RZZ	reléové zabezpečovací zařízení	[1]
S,1S,2S	označení vjezdových návěstidel	[1]
$s_i$	sklon tratě	[‰]
$s_o$	setrvačný sklon	[‰]
S <sub>O</sub>	označení návěstidla automatického hradla	[1]
$s_{ov}$	setrvačný výběhový sklon	[‰]
$s_{obl}$	přídavný sklon oblouku	[‰]
$s_{tun}$	přídavný sklon tunelu	[‰]
Sp	spěšný vlak	[1]
$s_r$	redukovaný sklon	[‰]
$s_{rk}$	rozhodné stoupání	[‰]
$s_{tun}$	přídavný sklon tunelu	[‰]
$t_b$	doba brzdění	[s]
$T_{ABS}$	absolutní čas	[h]
$T_j$	jízdní doba	[min]
$T_{KROK}$	časový krok	[h]
TM	trakční motor	[1]
$t_{NAP}$	celková doba napájení elektrických zařízení tažených vozidel	[s]
$T_p$	doba pobytu	[min]
TRS	traťový radiový systém	[1]

$U_D$	dílčí napětí	[V]
$U_{ITM}$	napětí na jednom trakčním motoru	[V]
$U_N$	napájecí napětí	[V]
$V$	rychlost vozidla	[km·h <sup>-1</sup> ]
$V_i$	koncová rychlost vozidla	[km·h <sup>-1</sup> ]
$V_{i-1}$	počáteční rychlost vozidla	[km·h <sup>-1</sup> ]
$V_n$	vyrovnávkový nákladní vlak	[1]
$V_{si}$	střední rychlost vozidla	[ km·h <sup>-1</sup> ]
žst.	železniční stanice	[1]
$\Delta L$	přírůstek dráhy	[km]
$\Delta V$	přírůstek rychlosti	[ km·h <sup>-1</sup> ]
$\Delta T$	přírůstek času	[min]
$\Delta t_i$	doba trvání	[s]
$\kappa$	poměrná spotřeba pomocných pohonů	[1]
$\varphi$	měrná spotřeba pro napájení	[W·N <sup>-1</sup> ]

# 1. ÚVOD

S přibývajícím časem začínají České dráhy společně se Správami železničních dopravních cest elektrifikovat některé vybrané úseky tratí. Před nedávnou dobou byly elektrifikovány tratě například z Ostravy Svinova do Opavy východu nebo z Kadaně do Karlových Varů. Letos začala například elektrifikace trati ze Zábřehu na Moravě do Šumperka nebo ze Šatova do Znojma. Před dvěma lety byla elektrifikována i část tratě číslo 323, kterou se v práci zabývám, jde o úsek Ostrava hlavní nádraží - Ostrava Kunčice.

Ještě před započítáním samotné elektrifikace trati je důležité předpovědět jak asi bude vypadat budoucí provoz a na základě této předpovědi stanovit zatížení napájecí stanice, jelikož toto je velmi důležité z hlediska pozdějšího dimenzování napájecí stanice.

Diplomová práce se tedy zabývá stanovením průběhu zatížení napájecí stanice na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Frýdek Místek.

Hlavním úkolem diplomové práce je tedy provést analýzu jak traťového úseku, tak dopravy na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek. Po provedení obou analýz vybrat vhodné typy vlaků a pro tyto typy vlaků stanovit parametry jízdy vlaků. Na základě vypočtených parametrů jízdy vlaků potom stanovit zatížení napájecí stanice.

Výpočty jednotlivých parametrů jsem provedl v programu Microsoft Office Excel. Jako podklad byly použity publikace a internetové stránky několika autorů. Dále byly využity drážní předpisy a informace poskytnuté Správou železniční dopravní cesty Ostrava.

## **2. ANALÝZA TRAŤOVÉHO ÚSEKU OSTRAVA KUNČICE – FRÝDEK-MÍSTEK**

### **2.1 Historie trati**

Trať byla vybudována ve dvou etapách mezi lety 1869 – 1888. První část trati mezi Ostravou hlavním nádražím a Frýdlantem nad Ostravicí byla realizována v letech 1869 – 1870, akciovou společností Ostrau – Friedlander Eisenbahn (Císařsko – královská privilegovaná Ostravsko – frýdlantská železnice), a nesla přiléhavý název Ostravsko – frýdlantská dráha.

Druhá část trati, tedy v úseku Frýdlant nad Ostravicí – Valašské Meziříčí byla vybudována roku 1888 jako součást vedlejší větve Severní dráhy císaře Ferdinanda z Kroměříže přes Těšín do Bílska.

V letech 2005 – 2007 probíhala elektrifikace úseku Ostrava hlavní nádraží – Ostrava Kunčice. Elektrický provoz na této části tratě byl zahájen 7. prosince 2007, zbývající část Ostrava Kunčice – Valašské Meziříčí zatím elektrifikována není.[1a]

### **2.2 Základní parametry traťového úseku**

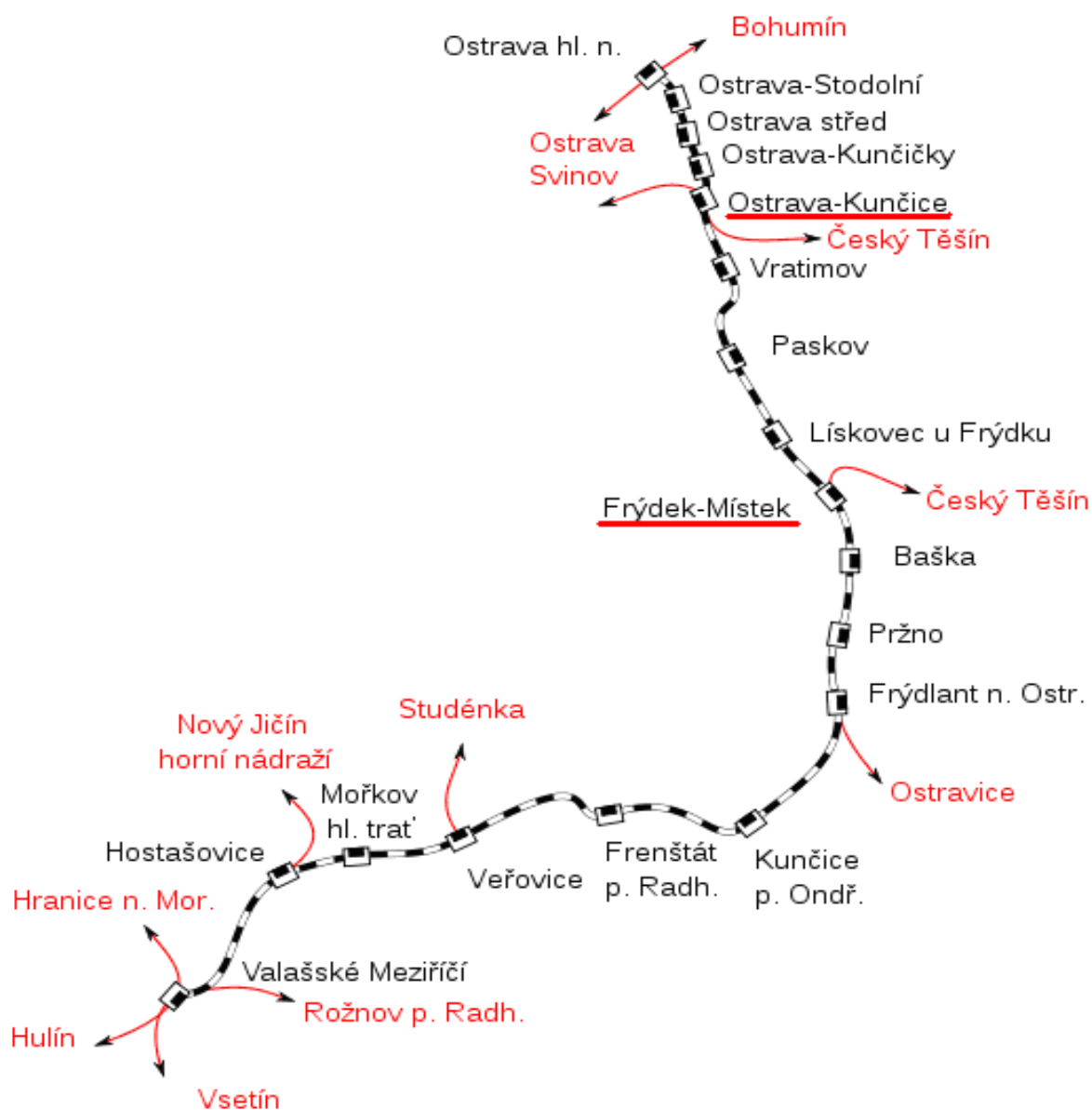
Traťový úsek Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek se nachází na trati číslo 323 vedoucí z Ostravy hlavního nádraží, kde je také začátek trati do Valašského Meziříčí, kde trať končí. Trať je v úseku Ostrava hlavní nádraží – Ostrava Kunčice elektrifikována stejnosměrným napětím 3 kV a v úseku Ostrava hlavní nádraží – Vratimov je dvukolejná, jinak ve zbylém úseku do Valašského Meziříčí je jednokolejná. Na trati převažuje osobní doprava nad dopravou nákladní.

Na traťovém úseku, kterým se budu zabývat se nachází celkem 5 stanic. Jsou to stanice Ostrava Kunčice, Vratimov, Paskov, Lískovec u Frýdku a Frýdek-Místek.

Ještě z hlediska směrování nákladní dopravy je důležité uvést, že ze stanice Vratimov odbočuje vlečka OKD do Dolu Paskov a ze stanice Paskov odbočuje vlečka do Biocelu Paskov.

Tab.1 Kilometrické polohy stanic

Stanice	Kilometrická poloha (km)
Ostrava Kunčice	7,805
Vratimov	10,155
Paskov	14,238
Lískovec u Frýdku	18,923
Frýdek-Místek	21,989



Obr.1 Grafické schéma trati č.323 [1b].

Tab.2 Stavebně technické parametry traťového úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.[2,ost]

<b>Traťový úsek Ostrava Kunčice - Frýdek-Místek</b>	
Začátek úseku: Ostrava Kunčice <b>7,805 km</b>	Konec úseku: Frýdek Místek <b>21,989 km</b>
Platí pro traťovou kolej: <b>1</b> (V úseku Ostrava Kunčice - Vratimov pro <b>1 i 2</b> kolej)	
Zábrzdňá vzdálenost:	<b>700 m</b>
Největší délka vlaku osobní dopravy:	<b>100</b> náprav
Největší délka vlaku nákladní dopravy:	<b>500/100</b> metrů/náprav
Provoz:	<b>pravostranný</b>
Rozchod kolejí:	<b>1435 mm</b>
Trakční soustava:	<b>Nezávislá</b>
Organizování a provoz drážní dopravy podle:	<b>ČD D2</b>
Traťový radiový systém:	<b>TRS</b>
Údaje o sklonových poměrech rozhodných pro bezpečné brzdění vlaků (v ‰):	
Od začátku ke konci trati:	<b>16 ‰</b>
Od konce k začátku trati:	<b>17 ‰</b>

## 2.3 Rychlostní profil traťového úseku

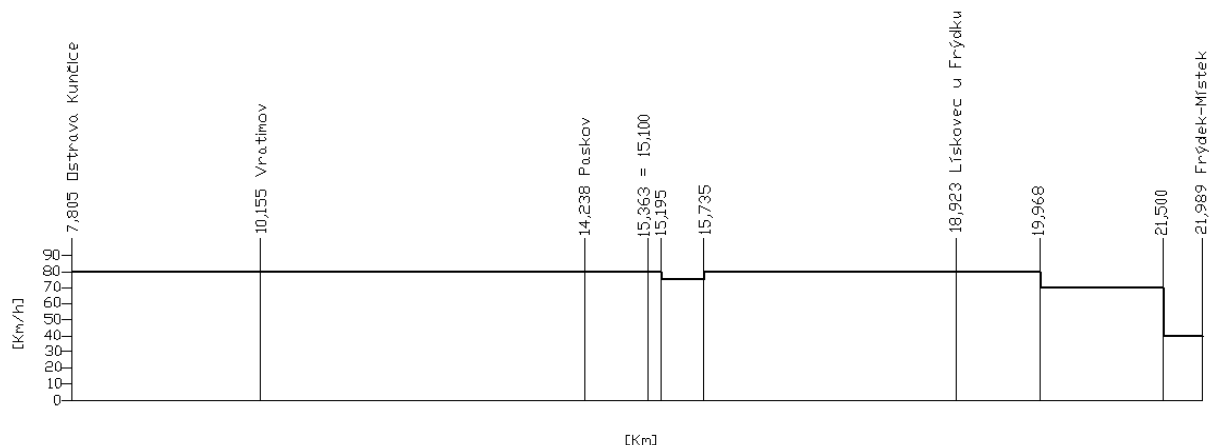
Tab.3 Rychlostní poměry na traťovém úseku.[2,ost]

<b>Traťový úsek: Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek</b>	
Začátek úseku: Ostrava Kunčice <b>7,805 km</b>	Konec úseku: Frýdek-Místek <b>21,989 km</b>
Platí pro traťovou kolej: <b>1</b> (ve směru od začátku ke konci trati)	
Rozchod:	<b>1435 mm</b>
Zábrzdňá vzdálenost:	<b>700 m</b>
Nejvyšší traťová rychlost:	<b>80 km/h</b>
<b>Změna rychlosti (km/h)</b>	<b>Kilometrická poloha (km)</b>
<b>80</b>	<b>Ostrava Kunčice 7,805</b>
	<b>Vratimov 10,155</b>
	<b>Paskov 14,238</b>
	<b>15,363 = 15,100</b>
<b>75</b>	<b>15,195</b>
<b>80</b>	<b>15,735</b>
	<b>Lískovec u Frýdku 18,923</b>
<b>70</b>	<b>19,968</b>
<b>40</b>	<b>21,500</b>
	<b>Frýdek-Místek 21,989</b>

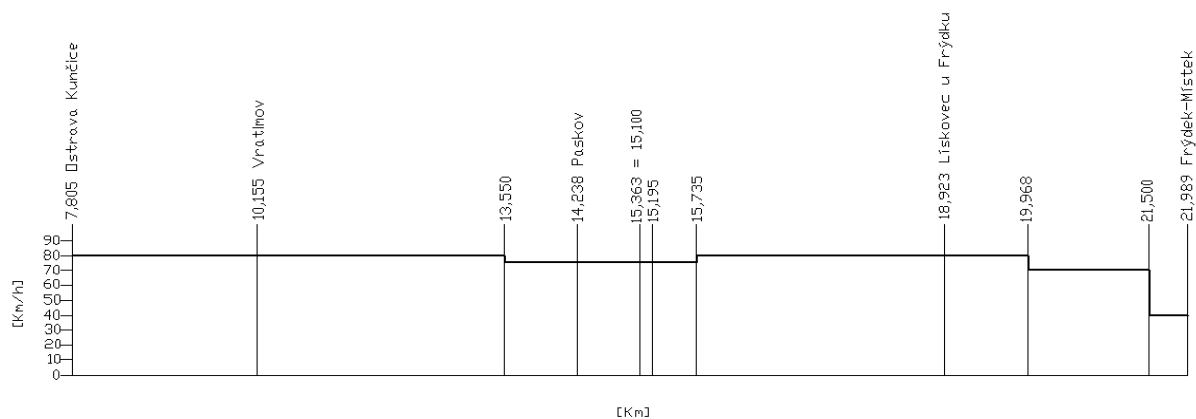


Tab.4 Rychlostní poměry na traťovém úseku.

<b>Traťový úsek: Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek</b>	
Začátek úseku: Ostrava Kunčice 7,805 km	Konec úseku: Frýdek-Místek 21,989 km
Platí pro traťovou kolej: 1 (Ve směru od konce k začátku trati)	
Rozchod:	1435 mm
Zábrzdňá vzdálenost:	700 m
Nejvyšší traťová rychlost:	80 km/h
Změna rychlosti (km/h)	Kilometrická poloha (km)
40	<b>Frýdek-Místek 21,989</b>
70	21,500
80	19,968
	<b>Lískovec u Frýdku 18,923</b>
75	15,735
	<b>15,363 = 15,100</b>
	<b>Paskov 14,238</b>
80	13,550
	<b>Vratimov 10,155</b>
	<b>Ostrava Kunčice 7,805</b>



Obr.2 Rychlostní profil trati ve směru od začátku ke konci trati.

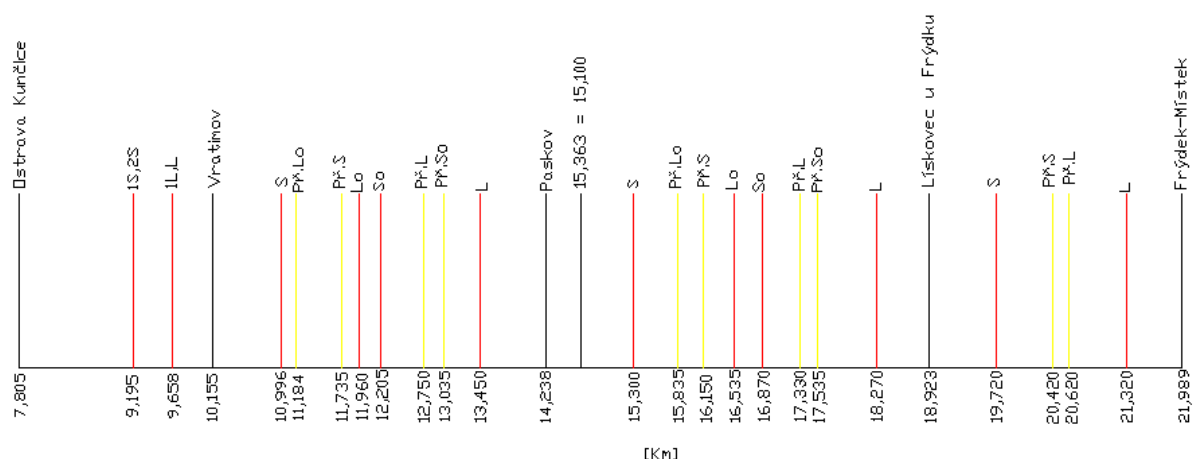


Obr.3 Rychlostní profil trati ve směru od konce k začátku trati.

## 2.4 Umístění hlavních návěstidel a jejich předvěstí

Tab.5 Kilometrické polohy hlavních návěstidel a jejich předvěstí.[2,ost]

Traťový úsek Ostrava Kunčice - Frýdek - Místek			
Stanice/návěstidlo	Označení návěstidla	Kilometrická poloha stanice/návěstidla (km)	Poznámky
<b>Ostrava Kunčice</b>		<b>7,805</b>	
vjezdové	1S,2S	9,195	
vjezdové	1L,L	9,658	
<b>Vratimov</b>		<b>10,155</b>	
vjezdové	S	10,996	
předvěst Lo	Př Lo	11,184	
předvěst S	Př S	11,735	
AHr	Lo	11,960	AHr Zaryje
AHr	So	12,205	
předvěst L	Př L	12,750	
předvěst So	Př So	13,035	
vjezdové L	L	13,450	
<b>Paskov</b>		<b>14,238</b>	
<b>Změna kilometráže 15,363 = 15,100</b>			
vjezdové S	S	15,300	
předvěst Lo	Př Lo	15,835	
předvěst S	Př S	16,150	
AHr	Lo	16,535	AHr Skalka
AHr	So	16,870	
předvěst L	Př L	17,330	
předvěst So	Př So	17,535	
vjezdové	L	18,270	
<b>Lískovec u Frýdku</b>		<b>18,923</b>	
vjezdové	S	19,720	
předvěst S	Př S	20,420	
předvěst L	Př L	20,620	
vjezdové	L	21,320	
<b>Frýdek - Místek</b>		<b>21,989</b>	



Obr.4 Kilometrické polohy hlavních návěstidel a jejich předvěstí.

## 2.5 Staniční a traťové zabezpečovací zařízení

Traťový úsek Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek je vybaven poměrně moderním, jak staničním tak i traťovým zabezpečovacím zařízením. Co se týče staničního zabezpečovacího zařízení tak stanice Ostrava Kunčice, Vratimov a Frýdek-Místek jsou vybaveny jednotným obslužným pracovištěm, což patří mezi nejmodernější staniční zabezpečovací zařízení, které ČD používají k zabezpečení jízdy vlaku. Stanice Paskov je vybavena reléovým zabezpečovacím zařízením a konečně ve stanici Lískovec u Frýdku slouží k zabezpečení jízdy vlaku elektromechanické zabezpečovací zařízení.

Tab.6 Přehled staničního zabezpečovacího zařízení v jednotlivých stanicích.[2,planky]

Stanice	Zabezpečovací zařízení
Ostrava Kunčice	JOP ETB 4
Vratimov	JOP ESA 11
Paskov	RZZ
Lískovec u Frýdku	Elektromechanické
Frýdek - Místek	JOP ESA 11

Reléové zabezpečovací zařízení a JOP spadá do 3. kategorie zabezpečovacího zařízení, protože zařízení má hlavní i seřadovací návěstidla závislá na polohách všech pojížděných a odvratných výhybek, výkolejek a podmínky pro stavění jízdní cesty jsou trvale kontrolovány.

Elektromechanické zabezpečovací zařízení spadá do 2. kategorie zabezpečovacího zařízení, protože hlavní návěstidla jsou závislá na poloze pojížděných i odvratných výhybek a jsou vyloučeny současně zakázané jízdní cesty.

Tab.7 Traťové zabezpečovací zařízení na jednotlivých traťových úsecích. [2,planky]

<b>Traťový úsek</b>	<b>Zabezpečovací zařízení</b>
Ostrava Kunčice - Vratimov	AB obousměrný, bez oddílových návěstidel
Vratimov - Paskov	Automatické hradlo AH-83 (s návěstním bodem)
Paskov - Lískovec u Frýdku	Automatické hradlo AH-83 (s návěstním bodem)
Lískovec u Frýdku - Frýdek-Místek	Automatické hradlo AH-88A (bez návěstního bodu)

Automatický blok je zabezpečovací zařízení 3. kategorie. Při užití automatického bloku je trať rozdělena na prostorové oddíly (počet není, na rozdíl od automatického hradla omezen). K zajištění aby se v každém oddíle nacházel nejvýše jeden vlak slouží oddílová návěstidla. V našem případě je traťový úsek Ostrava Kunčice – Vratimov tvořen pouze jedním oddílem, to znamená, že odjezdové návěstidlo ze stanice Ostrava Kunčice je zároveň předvěstí vjezdového návěstidla do stanice Vratimov. V opačném případě toto platí obdobně.

Automatické hradlo je taktéž zabezpečovací zařízení 3. kategorie. Automatické hradlo je doprava na širé trati bez kolejového rozvětvení sloužící k řízení sledu vlaků. Jeho činnost je plně automatizována a závislá na obsazení a uvolnění traťového oddílu bez vlivu lidského činitele. V mezistaničním úseku může být pouze jedno automatické hradlo.

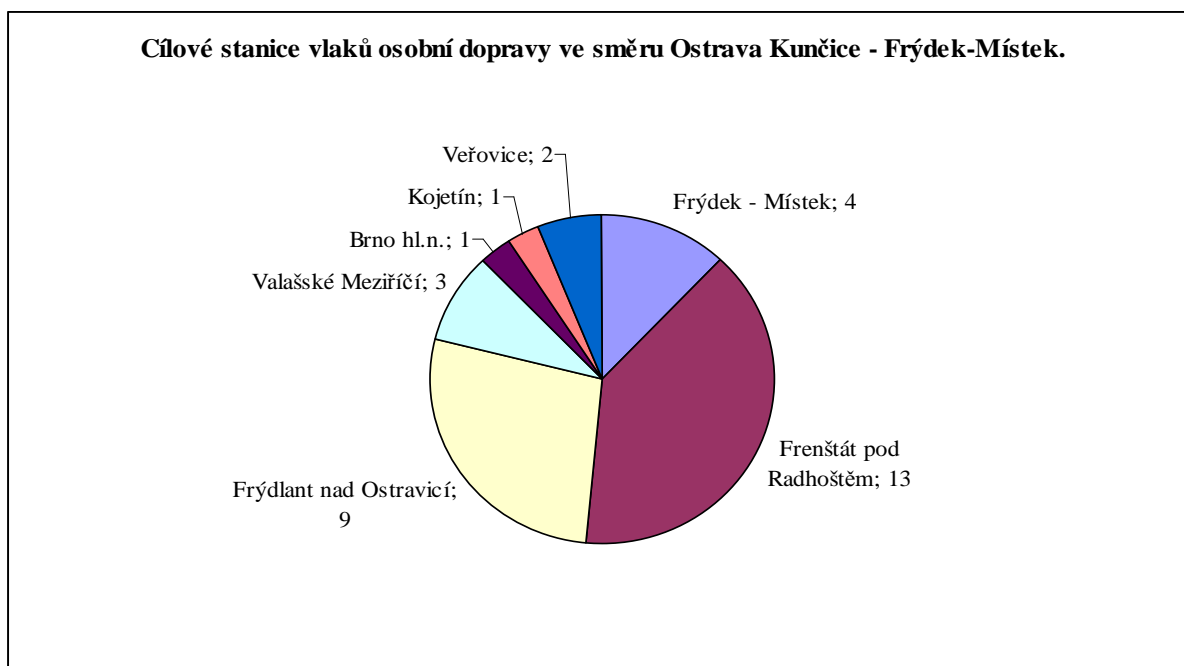
### **3. ANALÝZA PROVOZU NA ÚSEKU OSTRAVA KUNČICE – FRÝDEK-MÍSTEK**

Na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek převažuje osobní doprava nad dopravou nákladní. Na celém úseku tratě je denně vedeno celkem 118 pravidelných vlaků, z toho je 68 vlaků osobní dopravy a 50 vlaků nákladní dopravy. [2,njr]

#### ***3.1 Analýza osobní dopravy na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek***

Všechny vlaky osobní dopravy, vyjma jednoho spěšného vlaku, který začíná svoji jízdu v žst. Ostrava Svinov, začínají svoji jízdu v žst. Ostrava hlavní nádraží. Na trati jsou vedeny hlavně osobní vlaky, i když je zde veden i zmiňovaný spěšný vlak do Veřovic a jeden rychlík do Brna hlavního nádraží. Osobní vlaky mají většinou svoji cílovou stanici ve Valašském Meziříčí, Frýdlantu nad Ostravicí, Frenštátě pod Radhoštěm nebo Frýdku-Místku.

Vlaky osobní dopravy jsou většinou složeny z hnacího vozidla řady 754, tří vozů Bdt a jednoho vozu řady Bt. Ovšem na trati můžeme vidět i motorové vozy řady 842, 843 a 810.[2,sjr]



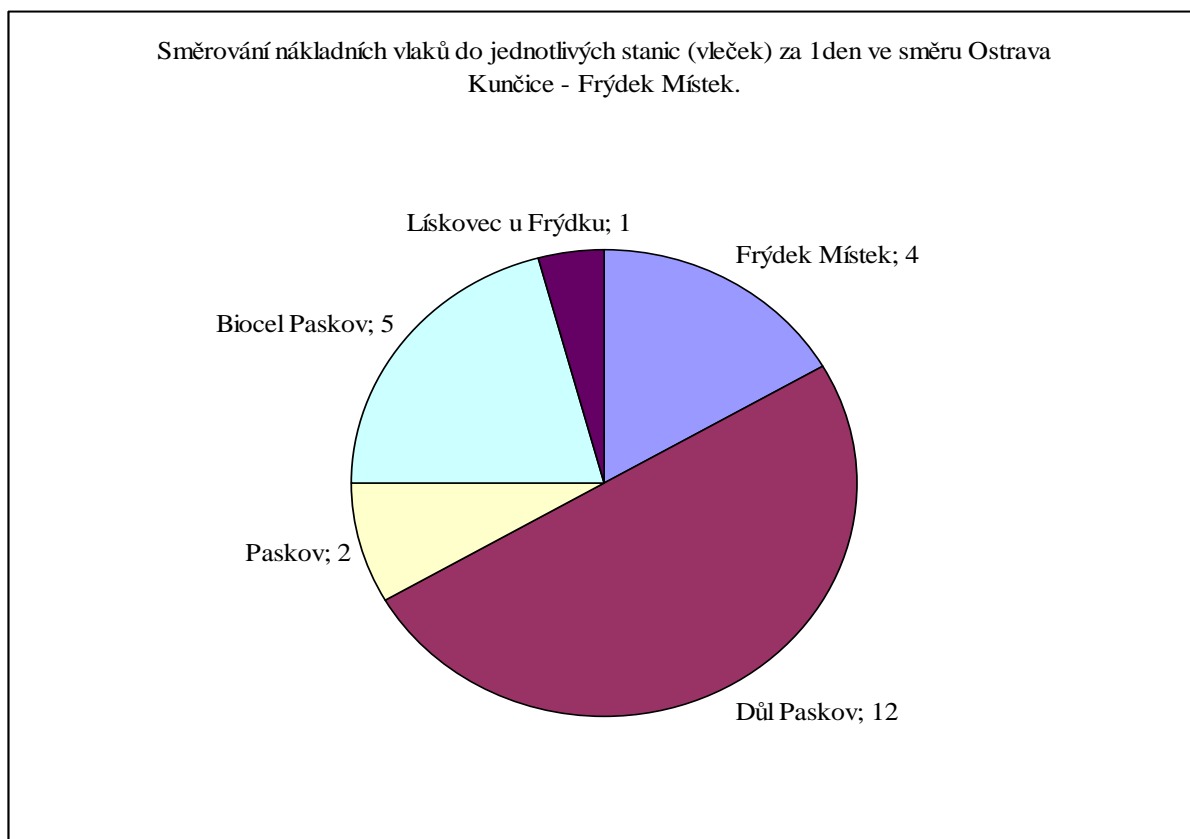
Obr.5 Cílové stanice vlaků osobní dopravy ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

### **3.2 Analýza osobní dopravy na traťovém úseku Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice.**

V opačném směru končí všechny vlaky osobní dopravy svoji jízdu, vyjma jednoho spěšného vlaku, který svou jízdu končí v žst. Ostrava Svinov, v žst. Ostrava hlavní nádraží. Z hlediska složení vlaků je situace obdobná jako v případě směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

### **3.3 Analýza nákladní dopravy na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.**

Významnou část nákladní dopravy tvoří nákladní vlaky na vlečku OKD do Dolu Paskov, kam je denně vedeno celkem nákladních 12 vlaků. Dále významnou část tvoří nákladní vlaky směřované přes Paskov do Biocelu Paskov, kam je denně vedeno celkem 5 nákladních vlaků. Ještě stojí za zmínku čtyři průběžné nákladní vlaky denně do Frýdku-Místku, potom už jsou vedeny pouze tři nákladní vlaky jeden do žst. Lískovec u Frýdku a dva žst. Paskov.



Obr.6 Směrování nákladních vlaků do jednotlivých stanic (vleček) za jeden den ve směru  
Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

Z hlediska provozovatelů nákladní dopravy se zde dělí přesným dílem o nákladní dopravu ČD Cargo a.s. a OKD doprava v poměru 12:12 nákladních vlaků.

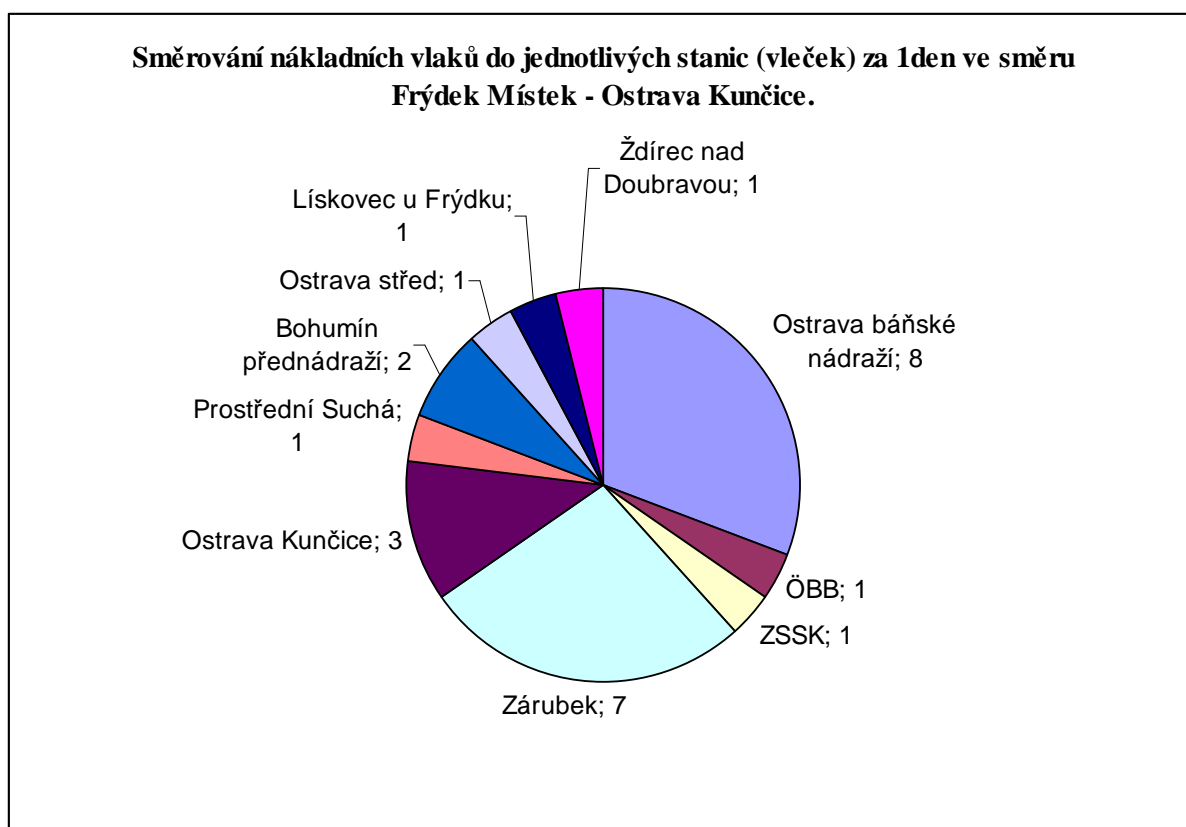
Z hlediska vedení nákladních vlaků jsou na tomto úseku vedeny po jedenácti případech nákladní vlaky hnacím vozidlem řady 770 nebo 742, v jednom případě jde o spojení dvou hnacích vozidel řady 742, a taktéž v jednom případě je nákladní vlak veden hnacím vozidlem řady 752.

### **3.4 Analýza nákladní dopravy na traťovém úseku Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice**

V opačném směru si taktéž mezi sebou rovnocenně dělí nákladní dopravu ČD Cargo a OKD doprava. Každý z těchto dopravců denně vypravuje 13 pravidelných nákladních vlaků. Z hlediska směrování nákladních vlaků jsou konečné stanice vlaků pestřejší než v předchozím

případě. Nejvíce vlaků, celkem 8 končí svoji jízdu v Ostravě na báňském nádraží. Na druhém místě jsou nákladní vlaky směřované na vlečku OKD dopravy do stanice Zárubek, potom jsou vedeny 3 nákladní vlaky do stanice Ostrava Kunčice a dva vlaky do Bohumína. Po jednom pravidelném nákladním vlaku jsou vedeny do stanic Lískovec u Frýdku, Ždírec nad Doubravou, Ostrava střed, Prostřední Suchá a dokonce jsou zde vedeny dva mezinárodní nákladní vlaky, jeden je veden na síť rakouských železnic a druhý na síť slovenských železnic.

Z hlediska vedení nákladních vlaků jsou ve dvanácti případech vedeny vlaky nákladní dopravy hnacím vozidlem řady 770. V deseti případech jsou nákladní vlaky vedeny HV řady 742, ve třech spojení dvou hnacích vozidel řady 742, a v jednom případě hnacím vozidlem řady 752.



Obr.7 Směrování nákladních vlaků do jednotlivých stanic (vleček) za jeden den ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.



*Kompletní přehled všech vlaků jak osobní tak nákladní dopravy najdete v přílohách na přílohách č.1-4 včetně označení vlaku, jeho čísla, směrování, normativu hmotnosti a dalších parametrů.*

*V přehledu nákladních vlaků nejsou uvažovány vlaky jedoucí podle potřeby.*

## 4. ÚPRAVA TRATI PRO VOZEBNÍ VÝPOČTY

### 4.1 Redukce sklonu trati

Jelikož mám k dispozici pouze neredukovaný profil trati, jehož hodnoty naleznete na přílohách č.5-8 včetně nakresleného profilu tratě, proto pro další potřebu a usnadnění výpočtů provádím redukci sklonu trati. Redukování je započítávání přídatného sklonu z oblouků a tunelů ke sklonu tratě.

Pro výpočet redukovaného sklonu vycházím ze vztahu [3, str.37]:

$$s_{ri} = \frac{s_i \cdot l_i + \sum s_{obl} \cdot l_{obl} + \sum s_{tun} \cdot l_{tun}}{l_i} [\text{‰}] \quad (4.1)$$

Kde:

$s_i$	(‰)	sklon daného traťového úseku
$l_i$	(m)	délka sklonového úseku
$s_{obl}$	(‰)	přídavný sklon oblouku
$l_{obl}$	(m)	délka oblouku na daném sklonovém úseku
$s_{tun}$	(‰)	přídavný sklon tunelu
$l_{tun}$	(m)	délka tunelu na daném sklonovém úseku

Vliv oblouků nahrazujeme hodnotou přídavného sklonu  $s_{obl}$ , který určíme ze vztahu [3, str.36], ale tento vztah platí jen pro tratě o rozchodu 1435 mm:

$$s_{obl} = \frac{600}{R_{obl}} [\text{‰}] \quad (4.2)$$

Kde:

$R_{obl}$  (m) poloměr oblouku

Na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Frýdek Místek se nenachází žádný tunel, proto přídavný sklon tunelu zanedbávám.

### **Ukázka výpočtu:**

1.sklonový úsek: Na prvním sklonovém úseku se nenachází žádný oblouk, proto zde nepočítám s přídavným sklonem z oblouku, ale pouze s daným sklonem trati a délkou sklonového úseku.

Potom tedy hodnotu redukovaného sklonu trati vypočtu podle vztahu (4.1):

$$s_{r1} = \frac{s_1 \cdot l_1}{l_1} [\text{‰}]$$

$$s_{r1} = \frac{2,5 \cdot 0,192}{0,192} = 2,50 \text{ ‰}$$

2.sklonový úsek: Na druhém sklonovém úseku se nachází jeden levostranný oblouk o poloměru 470 m, proto zde musím připočítat k danému sklonu trati přídavný sklon z oblouku.

Využiji tedy vztah (4.1):

$$s_{r2} = \frac{s_2 \cdot l_2 + s_{obl} \cdot l_{obl}}{l_2} [\text{‰}]$$

Daný sklon trati na druhém úseku trati:  $s_2 = 4,25 \text{ ‰}$

Délka druhého sklonového úseku:  $l_2 = 0,594 \text{ km}$

Hodnotu přídatného sklonu oblouku stanovím dle vztahu (4.2):  $s_{obl} = \frac{600}{470} = 1,277 \text{ ‰}$

Délka oblouku na druhém sklonovém úseku je:  $l_{obl} = 8,355 - 8,140 = 0,215 \text{ km}$

Potom hodnota redukovaného sklonu pro druhý sklonový úsek je:

$$s_{r2} = \frac{4,25 \cdot 0,594 + 1,277 \cdot 0,215}{0,594} = 4,71 \text{ ‰}$$

### Vypočtené hodnoty:

Tab.8 Výřez z tabulky redukovaného profilu trati na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

Redukovaný profil traťového úseku Ostrava Kunčice - Frýdek-Místek							
i	k	R <sub>i</sub>	s <sub>i</sub>	l <sub>i</sub>	s <sub>obl</sub>	l <sub>obl</sub>	s <sub>r</sub>
(-)	(-)	(m)	(‰)	(km)	(‰)	(km)	(‰)
1			2,50	0,192	0,00	0,000	<b>2,50</b>
2	1	470	4,25	0,594	1,28	0,215	<b>4,71</b>
3			5,72	0,200	0,00	0,000	<b>5,72</b>
4	2	1605	0,17	0,135	0,37	0,075	<b>0,38</b>
5			1,50	0,119	0,00	0,000	<b>1,50</b>
6			3,40	0,301	0,00	0,000	<b>3,40</b>
7			3,30	0,375	0,00	0,000	<b>3,30</b>
8			3,60	0,125	0,00	0,000	<b>3,60</b>
9			0,00	0,159	0,00	0,000	<b>0,00</b>
10	3	1850	4,60	0,109	0,32	0,052	<b>4,75</b>

Kde:

*i* (1) sklonový úsek

*k* (1) číslo oblouku, který se nachází na daném sklonovém úseku

*R<sub>i</sub>* (m) poloměr oblouku, který se nachází na daném sklonovém úseku

*s<sub>i</sub>* (‰) sklon

*l<sub>i</sub>* (km) délka sklonového úseku

*s<sub>obl</sub>* (‰) přídatný sklon oblouku

*l<sub>obl</sub>* (km) délka oblouku na daném sklonovém úseku

*s<sub>r</sub>* (‰) redukovaný sklon

*Pozn.* Celou tabulku redukovaného profilu trati najdete v přílohách na příloze č.9.

## 4.2 Rozhodné stoupání

Rozhodné stoupání  $s_{rk}$  je největší redukované stoupání na úseku stanovené délky na sledované části trati. Sledovaná část trati je zpravidla 1000m.

Výpočet rozhodného stoupání  $s_{rk}$  stanovím dle vztahu [4, str.10]:

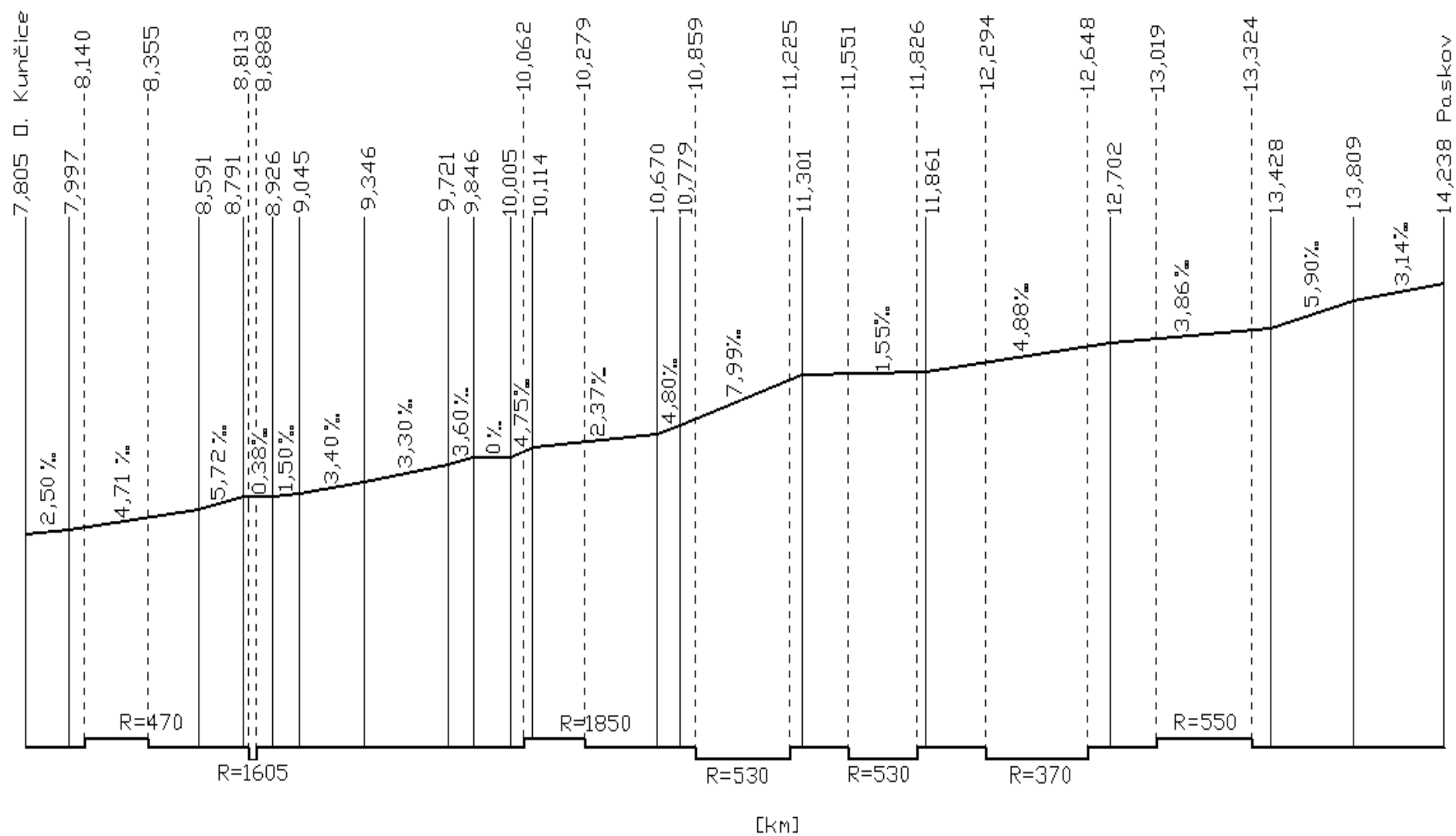
$$S_{rk} = \frac{s_r \cdot l_i + \dots + s_{rp} \cdot l_p + s_{iq} \cdot (1000 - \sum_{i=1}^p l_i)}{1000} [\text{‰}] \quad (4.3)$$

Základem pro výpočet rozhodného stoupání je tedy 36.úsek s hodnotou redukovaného sklonu 9,98 ‰ a délkou sklonu 363 m. Jelikož sledovaná část je 1000 m, musím ještě připočíst k základnímu úseku, hodnoty redukovaného sklonu vynásobené s délkou těchto sklonů, tak aby sledovaná část trati byla 1000 m.

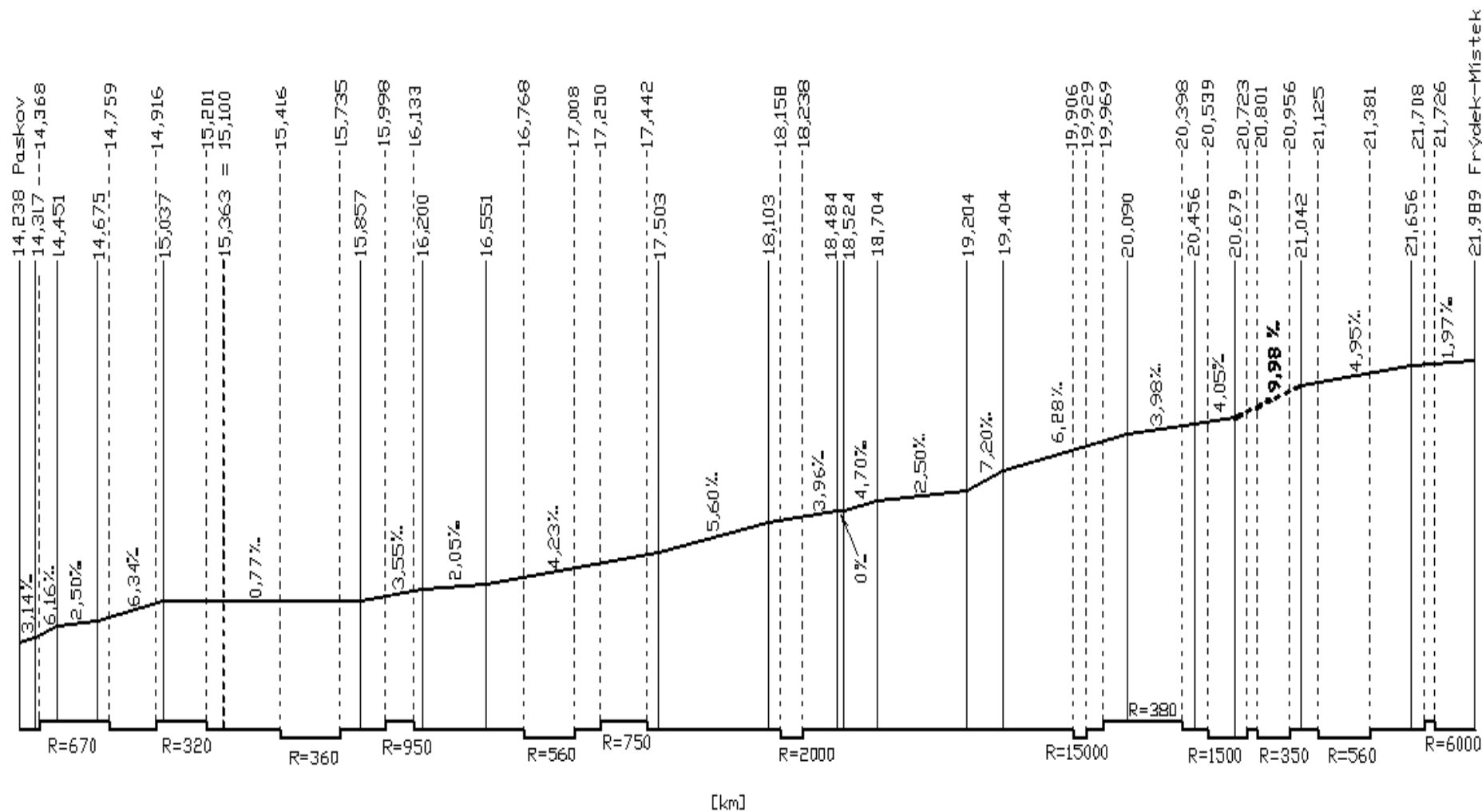
V tomto případě tedy druhý úsek má hodnotu 4,05 ‰ a délka úseku 223 m. Třetí úsek má hodnotu redukovaného sklonu 3,98 ‰ a délku 366 m. Poslední část je jen část úseku s hodnotou 6,28 ‰ a délkou 48 m, tak aby byla sledovaná část trati 1000 m.

Potom výpočet hodnoty rozhodného stoupání podle vztahu 4.3 je:

$$S_{r36} = \frac{9,98 \cdot 363 + 4,05 \cdot 223 + 3,98 \cdot 366 + 6,28 \cdot (1000 - 952)}{1000} = 6,28 \text{ ‰}$$



Obr.8 Redukovaný profil traťového úseku Ostrava Kunčice – Paskov.



Obr.9 Redukovaný profil traťového úseku Paskov – Frýdek-Místek s vyznačeným úsekem pro výpočet rozhodného stoupání.

## 5. URČENÍ TECHNICKÉHO NORMATIVU HMOTNOSTI

Technický normativ hmotnosti je dopravní hmotnost, pro kterou byly pro určitý typ vozidlového odporu a typ hnacího vozidla stanoveny pravidelné jízdní doby.

Pro určení technického normativu hmotnosti je nejdříve zapotřebí vypočítat rozjezdový a průjezdový normativ hmotnosti a na základě těchto výpočtů je potom možno určit hodnotu technického normativu hmotnosti.

### 5.1 Rozjezdový normativ hmotnosti

Rozjezdový normativ hmotnosti je normativ dopravní hmotnosti pro danou řadu hnacích vozidel, platný při rozjezdu vlaku v určitém úseku, což v mém případě je HV řady 130 s vozidlovým odporem pro konstrukci HV Bo' Bo'a tažené vozy s vozidlovým odporem T4.

Rozjezdový normativ stanovím podle vztahu [3, str.66]:

$$M_R = \frac{F_{spR} - G_L \cdot o_T}{o_D + o_T + o_R} \cdot \frac{10^{-3}}{g} \quad [\text{t}] \quad (5.1)$$

Kde:

- |           |     |  |
|-----------|-----|--|
| $F_{spR}$ | [N] | tažná síla na spřáhle pro rozjezd. Tato síla se volí jako adhezní tažná síla při maximálním výkonu vozidla u vozidel nezávislé vozby a vozidel závislé vozby s plynulou regulací. U vozidel nezávislé vozby se stupňovou odporovou regulací se použije tažná síla na mezi adheze na prvním hospodárném stupni. |
| $o_T$     | [1] | součinitel traťového odporu, použije se hodnota pro rozhodné stoupání,   |
| $o_D$     | [1] | součinitel vozidlového odporu. Jeho hodnotu určuje rychlost, pro kterou byla stanovena $F_{spR}$ ,   |
| $o_R$     | [1] | součinitel rozjezdového odporu, podle literatury je jeho hodnota<br>$o_R = 1,5 \cdot 10^{-3}$  |

Jelikož mám k dispozici pouze TCH pro HV řady 130 se zobrazením tažné síly na obvodu kol, proto tažnou sílu na spřáhle si musím vypočíst. A to podle vztahu [3, str.41]:

$$F_{spR} = F_{OPR} - G_L \cdot o_L \text{ [N]} \quad (5.2)$$

Kde:

$F_{OPR}$  [N] tažná síla na obvodu kol pro rozjezd

$G_L$  [N] tíha HV

$o_L$  [1] součinitel vozidlového odporu

Z trakční charakteristiky HV řady 130 jsem zjistil, že tažná síla na obvodu kol pro rozjezd je při rychlosti 23 km/h, 184000 N.

#### **Postup výpočtu tažné síly na spřáhle pro rozjezd:**

Nejdříve musím provést výpočet tíhy hnacího vozidla podle vztahu [4, str.49]:

$$G_L = M_L \cdot g \cdot 10^3 \text{ [N]} \quad (5.3)$$

$$G_L = 86 \cdot 9,81 \cdot 10^3 \text{ [N]}$$

$$G_L = 843660 \text{ N}$$

Součinitel odporu HV pro rychlost 23 km/h vypočteme podle vztahu [3, str.31]:

$$o_L = (a + bV + cV^2) \cdot 10^{-3} \text{ [1]} \quad (5.4)$$

$$o_L = (2,8 + 0,00085 \cdot 23^2) \cdot 10^{-3} \text{ [1]}$$

$$o_L = 3,25 \cdot 10^{-3} \text{ [1]}$$

Kde:

a,b,c [1] koeficienty součinitele vozidlových odporů.[3, str.32]

Potom hodnota tažné síly na spřáhle pro rozjezd vlaku podle vztahu 5.2 je:

$$F_{spR} = 184000 - 843660 \cdot 3,25 \cdot 10^{-3} \text{ [N]}$$

$$F_{spR} = 181258,11 \text{ N}$$



### Výpočet rozjezdového normativu hmotnosti:

Když znám hodnotu tažné síly na spřáhle pro rozjezd potom můžu vypočíst hodnotu rozjezdového normativu hmotnosti.

Nejprve si musím vypočíst součinitel vozidlového odporu pro rychlost 23km/h a typ odporu vozidlového odporu T4. Jeho hodnotu stanovím podle vztahu 5.4:

$$o_D = (1,3 + 0,00033 \cdot 23^2) \cdot 10^{-3} \text{ [1]}$$

$$o_D = 1,47 \cdot 10^{-3} \text{ [1]}$$

Hodnotu pro rozhodné stoupání jsem si vypočetl již v předešlých výpočtech, jeho hodnota tedy je:

$$o_T = 6,28 \cdot 10^{-3} \text{ [1]}$$

Potom hodnota rozjezdového normativu pro tyto parametry je:

$$M_R = \frac{181258,11 - 843660 \cdot 6,28 \cdot 10^{-3}}{1,47 \cdot 10^{-3} + 6,28 \cdot 10^{-3} + 1,5 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{10^{-3}}{9,81} \text{ [t]}$$

$$M_R = 1939,11 \text{ t}$$

### 5.2 Průjezdový normativ hmotnosti

Tento normativ se stanovuje pro průjezd rozhodujícím úsekem tratě pro stanovenou průjezdovou rychlost. Tento normativ stanovím podle vztahu [3, str.67]:

$$M_P = \frac{F_{spP} - G_L \cdot o_T}{o_D + o_T} \cdot \frac{10^{-3}}{g} \text{ [t]} \quad (5.5)$$

Kde:

$F_{spP}$  [N] tažná síla na spřáhle, určená pro stanovenou rychlost.

Rychlost  $V_p$  pro stanovení  $F_{spP}$  je stanoveno následovně:

$V_p$  je větší než trvalá rychlost na nejvyšším výkonovém stupni, minimálně však  $V_p = 20$  km/h na hlavních tratích a  $V_p = 15$  km/h pro tratě vedlejší.

Nejdříve si musím opět určit tažnou sílu na obvodu kol pro průjezd. Na základě této hodnoty můžu odečíst z trakční charakteristiky rychlost  $V_p$  a tím vypočítat tažnou sílu na spřáhle pro průjezd.

V mém případě je to hodnota 203000 N a rychlost  $V_p$  je 22 km/h.

### **Postup výpočtu tažné síly na spřáhle pro průjezd:**

Hodnota tíhy HV podle vztahu 5.3 je:

$$G_L = 86 \cdot 9,81 \cdot 10^3 \text{ [N]}$$

$$G_L = 843660 \text{ N}$$

Hodnota součinitele odporu hnacího vozidla pro rychlost 22 km/h podle vztahu 5.4 je:

$$o_L = (2,8 + 0,00085 \cdot 22^2) \cdot 10^{-3} \text{ [1]}$$

$$o_L = 3,21 \cdot 10^{-3} \text{ [1]}$$

Potom hodnota tažné síly na spřáhle pro průjezd podle vztahu 5.2 je:

$$F_{spP} = 203000 - 843660 \cdot 3,21 \cdot 10^{-3} \text{ [N]}$$

$$F_{spP} = 200290,86 \text{ N}$$

### **Postup výpočtu průjezdového normativu hmotnosti:**

Výpočet součinitele vozidlového odporu pro rychlost 22 km/h a typ vozidlového odporu T4:

$$o_D = (1,3 + 0,00033 \cdot 22^2) \cdot 10^{-3} \text{ [1]}$$

$$o_D = 1,46 \cdot 10^{-3} \text{ [1]}$$

Hodnota rozhodného stoupání je:

$$o_T = 6,28 \cdot 10^{-3} [1]$$

Potom hodnota průjezdového normativu hmotnosti podle vztahu 5.5 je:

$$M_p = \frac{200290,86 - 843660 \cdot 6,28 \cdot 10^{-3}}{1,46 \cdot 10^{-3} + 6,28 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{10^{-3}}{9,81} [t]$$

$$M_p = 2568,08 t$$

Když znám hodnotu obou normativů hmotnosti, můžu určit technický normativ hmotnosti. Jeho hodnotu volím jako nižší hodnotu z obou normativů. Tedy 1939,7 t, tuto hodnotu je pro další výpočty rozumné zaokrouhlit, v tomto případě na 1900 t.

*Pozn. TCH pro HV řady 130 se zobrazením bodů pro odečet tažné síly pro rozjezdový a průjezdový normativ hmotnosti najdete v přílohách, na příloze č.10.*

## 6. VÝBĚR JEDNOTLIVÝCH PARAMETRŮ VLAKŮ

Na základě provedené analýzy osobní dopravy na trati Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek jsem zvolil tyto parametry vlaků osobní dopravy:

Vlaky osobní dopravy:

1. HV řady 163 + 4 vozy Bt (vozidlový odpor R).
2. Elektrická jednotka řady 460.

Na základě provedeného výpočtu normativů hmotnosti jsem zvolil vlak nákladní dopravy v tomto složení:

Vlak nákladní dopravy:

1. HV řady 130 + tažené vozy o hmotnosti 1900 t s vozidlovým odporem T4.

## 7. KONSTRUKCE $s_0$ -V DIAGRAMU

Pro další potřebu je potřeba zkonstruovat grafickou závislost setrvačného sklonu na rychlosti  $s_0 = f(V)$ . Pro dané parametry vlaku je potřeba zpracovat jednotlivé průběhy regulačních stupňů z trakční charakteristiky. Hodnoty odečtené a vypočtené jsou zaznamenány do tabulky na listu programu Microsoft Office Excel.

Zvolil jsem pro ukázkou vlak č.1 tedy vlak osobní dopravy vedený HV řady 163 a 4 tažené vozy řady Bt s vozidlovým odporem R. (Obdobně byl tento postup použit u všech zvolených typů vlaků.)

Tab.9 Základní parametry vlaku.

PARAMETRY VLAKU		
Hnací vozidlo řady 163	$M_L$ (t)	85
Tažené vozy (4 vozy Bt i s cestujícími)	$M_D$ (t)	177,6
Tíha HV řady 163	$G_L$ (N)	833850
Tíha tažených vozů (4 vozy Bt i s cestujícími)	$G_D$ (N)	1742256
Koeficienty součinitele vozidlového odporu pro hnací vozidlo konstrukce Bo' Bo' [3, str.32]		
HV řady 163	a	0,0028
	c	0,00000085
Koeficienty součinitele vozidlového odporu pro osobní čtyřnápravové vozy ( R )		
Tažené vozy (4 vozy Bt)	a	0,00135
	b	0,0000008
	c	0,00000033

U vlaků osobní dopravy uvažuji, že všechny čtyři vozy budou plně obsazeny sedícími cestujícími. Proto musím ještě k hmotnosti samotného vozu připočítat hmotnost všech sedících cestujících za předpokladu, že průměrná hmotnost jednoho cestujícího je 80kg.

Potom tedy hmotnost cestujících v jednom voze můžeme vypočítat podle vztahu:

$$M_C = K \cdot m_{Icest} \text{ [t]} \quad (7.1)$$

$$M_C = 88 \cdot 80 \cdot 10^3 = 7,04 \text{ t}$$

Kde:

$K$  [počet míst k sezení] obsaditelnost  
 $m_{Icest}$  [kg] průměrná hmotnost jednoho cestujícího

Výpočet celkové hmotnosti jednoho vozu i s sedícími cestujícími:

$$M_D = M_V + M_C \text{ [t]} \quad (7.2)$$

$$M_D = 37,36 + 7,04 = 44,4 \text{ t}$$

Kde:

$M_V$  [t] hmotnost jednoho vozu Bt

Tab.10 Hmotnostní parametry vlaku.

<b>Hmotnost vlaku složeného z HV řady 163 a 4 vozů Bt</b>				
Části vlaku	Hmotnost (bez cestujících)	Počet míst k sezení	Hmotnost cestujících	Celková hmotnost (i s cestujícími)
(-)	(kg)	(-)	(kg)	(kg)
HV 163	85000	-	-	85000
vůz Bt	37360	88	7040	44400
vůz Bt	37360	88	7040	44400
vůz Bt	37360	88	7040	44400
vůz Bt	37360	88	7040	44400
Celkem (kg)	234440	-	28160	262600
<b>Celkem (t)</b>	<b>234,44</b>	<b>-</b>	<b>28,16</b>	<b>262,60</b>

## 7.1 Výpočet setrvačného sklonu

Setrvačný sklon je číselně roven sklonu tratě  $s$ , na kterém by konkrétní vlak jel konstantní rychlostí  $V$ .

Hodnotu setrvačného sklonu stanovím podle vztahu [3, str.45] :

$$s_o = \frac{F_o - G_L \cdot o_L - G_D \cdot o_D}{G_D + G_L} \cdot 10^3 [\text{‰}] \quad (7.3)$$

### Postup výpočtu:

Nejdříve musím stanovit hodnotu tíhy hnacího vozidla podle vztahu 5.3:

$$G_L = 85 \cdot 9,81 \cdot 10^3$$

$$G_L = 833850 \text{ N}$$

Výpočet tíhy tažených vozidel vypočteme podle vztahu [4, str.49]:

$$G_D = M_D \cdot g \cdot 10^3 [\text{N}] \quad (7.4)$$

$$G_D = 177,6 \cdot 9,81 \cdot 10^3$$

$$G_D = 1742256 \text{ N}$$

Z trakční charakteristiky HV 163, která je v přílohách na příloze č.11 , jsem zjistil že pro rychlost  $V = 0 \text{ km/h}$  je tažná síla na mezi adheze  $F_O = 238000 \text{ N}$ . (Pro odečet tažné síly je využita trakční charakteristika hnacího vozidla řady 163, kde je řazení jízdních stupňů fiktivní.).

K výpočtům součinitelů vozidlových odporů využiji vztah 5.4:

Potom tedy hodnota součinitele vozidlového odporu hnacího vozidla je:

$$o_L = (2,8 + 0,00085 \cdot V^2) \cdot 10^{-3} [1]$$

$$o_L = (2,8 + 0,00085 \cdot 0^2) \cdot 10^{-3} = 2,8 \cdot 10^{-3} [1]$$

Výpočet součinitele vozidlového odporu tažených vozidel:

$$o_D = (1,35 + 0,0008 \cdot 0 + 0,00033 \cdot 0^2) \cdot 10^{-3} \text{ [1]}$$

$$o_D = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ [1]}$$

Potom hodnota setrvačného sklonu  $s_o$  pro tyto parametry podle vztahu 7.3 je:

$$s_o = \frac{238000 - (833850 \cdot 2,8 \cdot 10^{-3}) - (1742256 \cdot 1,35 \cdot 10^{-3})}{833850 + 1742256} \cdot 10^3$$

$$s_o = 90,568 \text{ ‰}$$

Tab.11 Výřez z tabulky vypočtených hodnot setrvačného sklonu.

<b>Fa</b>			<b>300</b>			<b>350</b>		
V	F <sub>o</sub>	s <sub>o</sub>	V	F <sub>o</sub>	s <sub>o</sub>	V	F <sub>o</sub>	s <sub>o</sub>
(km/h)	(N)	(‰)	(km/h)	(N)	(‰)	(km/h)	(N)	(‰)
0	238000	90,568	0	47000	16,425	0	62000	22,248
10	223000	84,690	38	47000	15,685	35	62000	21,619
20	210000	79,489	91	55000	15,355	85	70000	21,707
30	200000	75,352	95	53000	14,206	90	66000	19,716
40	192000	71,893	100	51000	12,941	100	59000	16,046
50	186000	69,110	105	48000	11,263	105	56000	14,368
68	180000	65,713	110	46000	9,948	110	53000	12,665
80	154000	54,728	115	44000	8,608	115	50500	11,131
90	137000	47,277	120	42000	7,244	120	49000	9,961
100	123000	40,890						
115	108000	33,452						
120	99000	29,370						

<b>400</b>			<b>450</b>			<b>500</b>		
V	F <sub>o</sub>	s <sub>o</sub>	V	F <sub>o</sub>	s <sub>o</sub>	V	F <sub>o</sub>	s <sub>o</sub>
(km/h)	(N)	(‰)	(km/h)	(N)	(‰)	(km/h)	(N)	(‰)
0	76000	27,683	0	90000	33,117	0	103000	38,163
33	76000	27,122	31	89500	32,427	30	103000	37,699
80	84000	27,555	78	98000	33,149	74	112000	38,888
85	80000	25,589	85	89500	29,277	80	104000	35,319
90	75000	23,209	90	84000	26,703	90	92000	29,808
100	67000	19,152	100	75000	22,257	100	83000	25,363
110	61000	15,771	110	68000	18,488	110	75500	21,399
115	58000	14,043	115	65000	16,760	115	72000	19,477
120	56000	12,678	120	63000	15,395	120	69000	17,725

*Pozn. Celou tabulku vypočtených hodnot můžete nalézt na přiloženém CD ve složce  $S_o$ -V diagramy /  $S_o$ -V diagram 163.*

## **7.2 Výpočet setrvačného výběhového sklonu**

V případě že vlak jede výběhem tedy, že  $F_O = 0$ , potom setrvačný sklon nazýváme výběhový setrvačný sklon a označujeme ho  $s_{ov}$ .

Hodnotu setrvačného výběhového sklonu jsem určil podle vztahu [3, str.45] :

$$s_{ov} = -\frac{G_L \cdot o_L + G_D \cdot o_D}{G_L + G_D} \cdot 10^3 [\text{‰}] \quad (7.5)$$

### **Postup výpočtu:**

Tíha hnacího vozidla podle vztahu 5.3 je:

$$G_L = 85 \cdot 9,81 \cdot 10^3$$

$$G_L = 833850 \text{ N}$$

Tíha tažených vozidel podle vztahu 7.4 je:

$$G_D = 177,6 \cdot 9,81 \cdot 10^3$$

$$G_D = 1742256 \text{ N}$$

Hodnota součinitelů vozidlového odporu pro rychlost  $V = 2 \text{ km/h}$ . podle vztahu 5.4 je:

$$o_L = (2,8 + 0,00085 \cdot 2^2) \cdot 10^{-3}$$

$$o_L = (2,8 + 0,00085 \cdot 2^2) \cdot 10^{-3} = 2,80 \cdot 10^{-3} [1]$$



Hodnota součinitele vozidlového odporu tažených vozidel je:

$$o_D = (1,35 + 0,0008 \cdot 2 + 0,00033 \cdot 2^2) \cdot 10^{-3}$$

$$o_D = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ [1]}$$

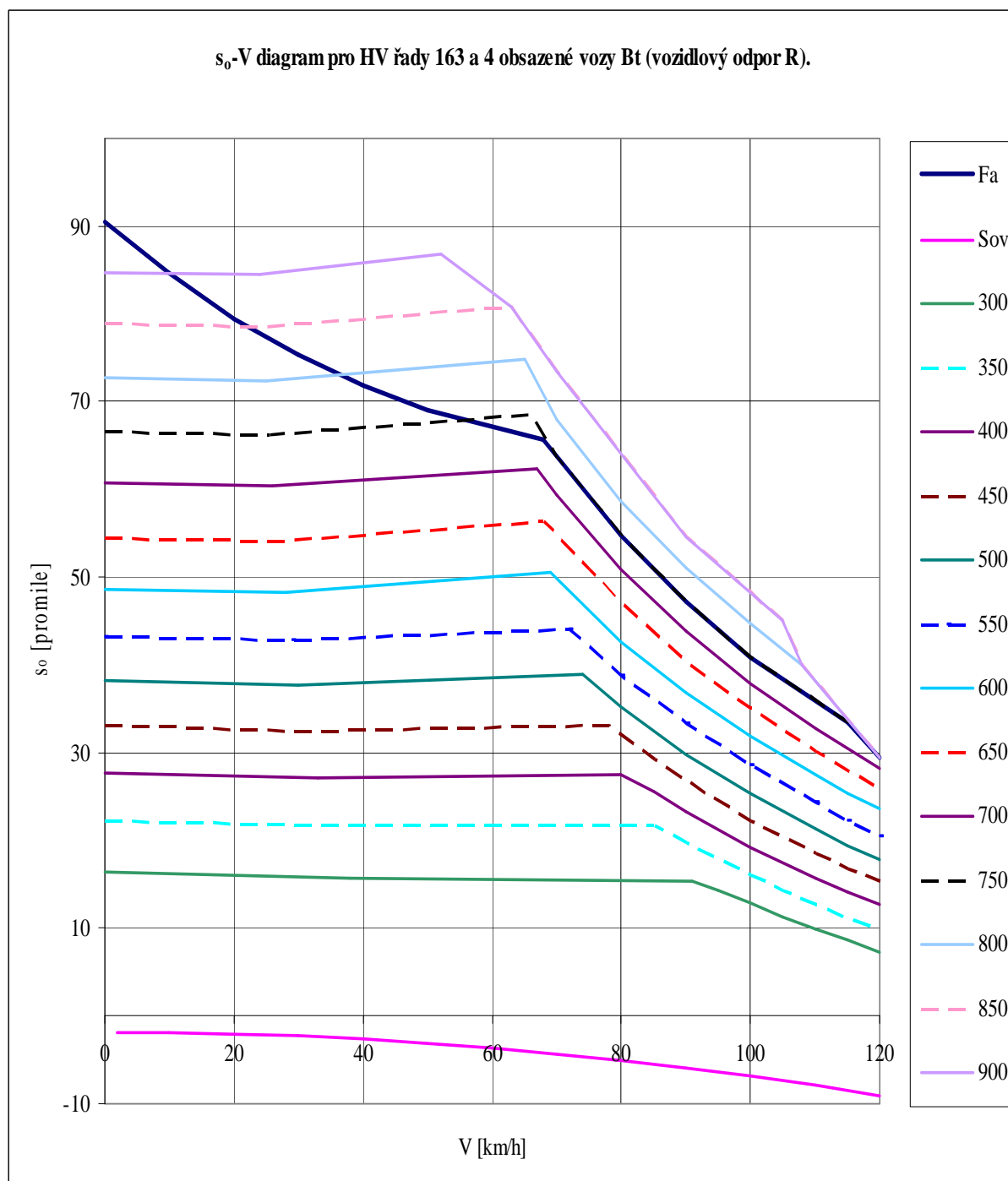
Potom hodnota setrvačného výběhového sklonu  $s_{ov}$  pro tyto parametry dle vztahu 7.5 je:

$$s_{ov} = - \frac{(833850 \cdot 0,0028) + (1742256 \cdot 0,0014)}{833850 + 1742256} \cdot 10^3 = -1,822 \text{ ‰}$$

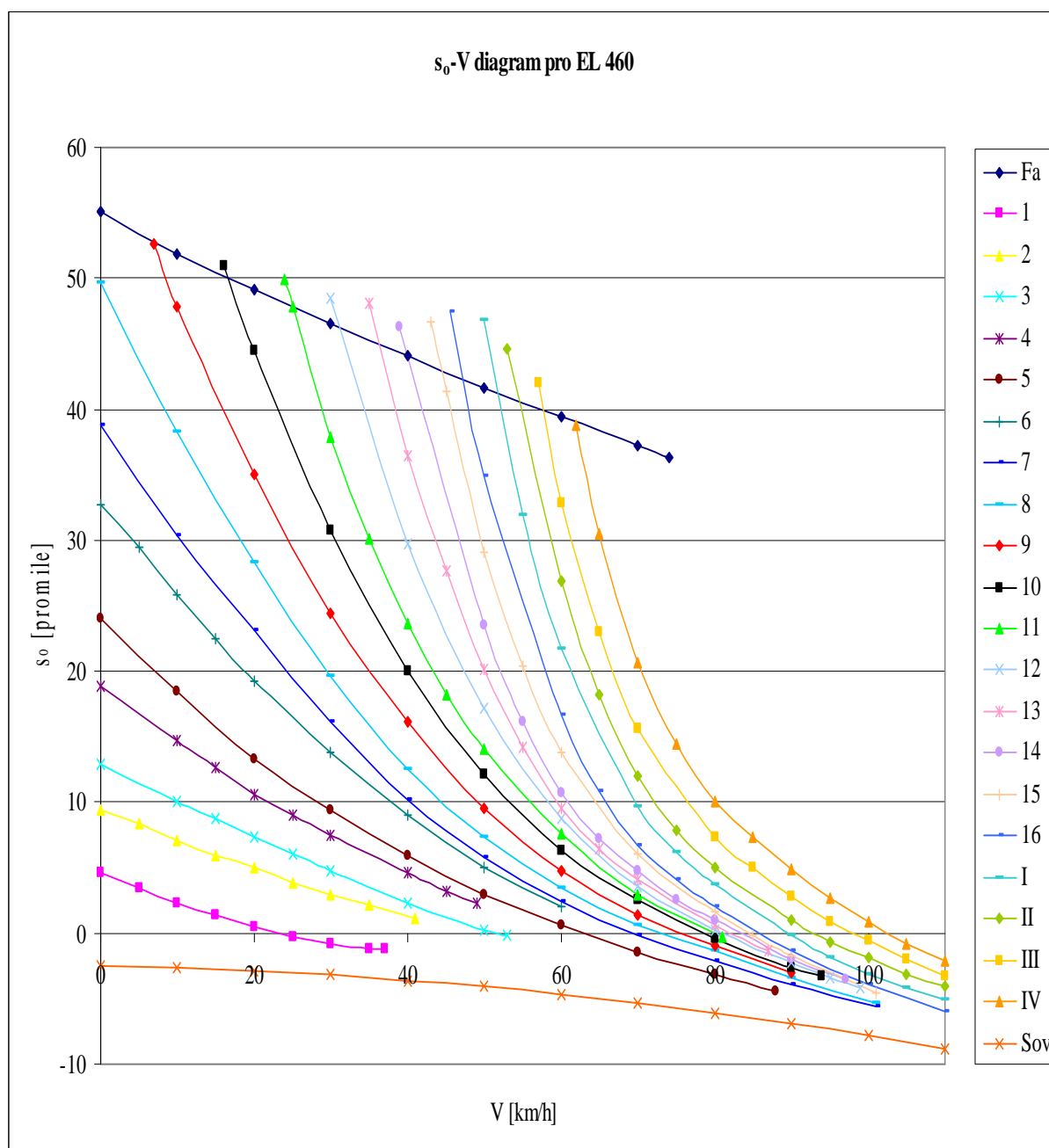
Tab.12 Vypočtené hodnoty setrvačného výběhového sklonu.

$s_{ov}$			
V	$o_L$	$o_D$	$s_o$
(km/h)	(-)	(-)	(‰)
2	0,0028	0,0014	-1,822
10	0,0029	0,0014	-1,875
20	0,0031	0,0015	-2,029
30	0,0036	0,0017	-2,284
40	0,0042	0,0019	-2,638
50	0,0049	0,0022	-3,092
60	0,0059	0,0026	-3,646
70	0,0070	0,0030	-4,299
80	0,0082	0,0035	-5,052
90	0,0097	0,0041	-5,904
100	0,0113	0,0047	-6,857
110	0,0131	0,0054	-7,908
120	0,0150	0,0062	-9,060

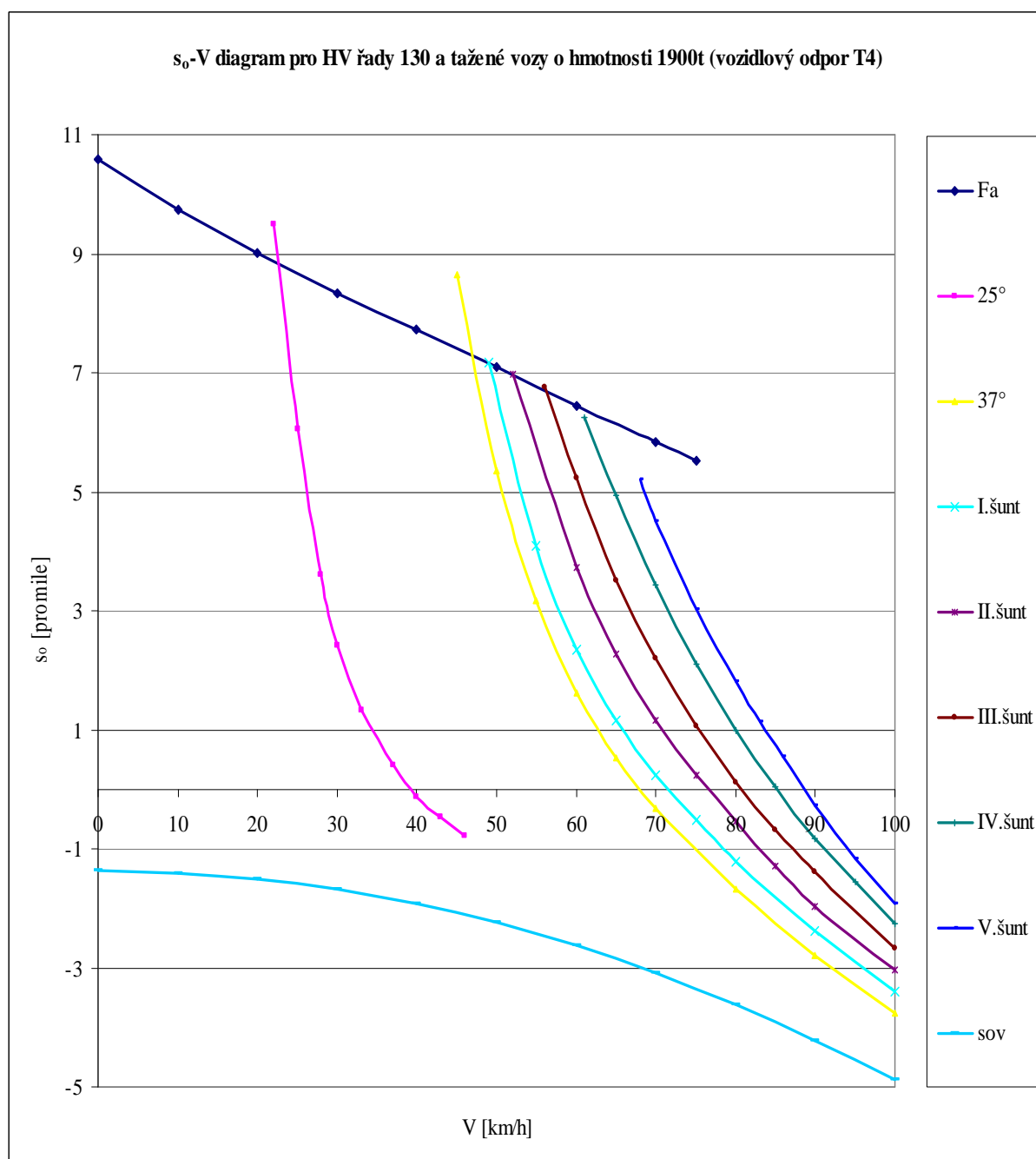
### 7.3 Výsledné $s_o$ -V diagramy pro jednotlivé typy vlaků



Obr.10 Výsledný  $s_o$ -V diagram pro HV řady 163 a 4 vozy Bt.



Obr.11 Výsledný  $s_0$ -V diagram pro EJ řady 460.



Obr.12 Výsledný  $s_o$ -V diagram pro HV řady 130 a tažené vozy o hmotnosti 1900 t s vozidlovým odporem T4.

## 8. PARAMETRY JÍZDY KOLEJOVÝCH VOZIDEL

Při zkoumání jízdy železničních vozidel většinou zjišťujeme tři základní parametry jejich pohybu:

- 1.průběh rychlosti – tachogram,
- 2.jízdní doba,
- 3.spotřeba energie při realizaci jízdy.

### 8.1 Výpočet tachogramu jízdy vlaku

Tachogram jízdy vlaku představuje znázornění závislosti rychlosti na nezávislém parametru, v mém případě je to ujetá dráha, pak  $V = f(L)$  - dráhový tachogram. Pro řešení jsem použil výpočetní metodu a výsledky jsem zapsal do tabulky v programu Microsoft Office Excel.

Pro řešení jsem využil zjednodušeného tvaru základní rovnice pohybu vlaku v diferenčním tvaru [3, str.72]:

$$p_s = \overline{s_o} - s = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta T} [\text{‰}] \quad (8.1)$$

Kde:

$p_s$	[‰]	přebytek měrné tažné síly pro střední hodnotu rychlosti v intervalu $\Delta V$ ,
$\overline{s_o}$	[‰]	střední hodnota setrvačného sklonu pro střední hodnotu rychlosti $V_s$ v intervalu $\Delta V$ .

Abych mohl zjistit hodnotu setrvačného sklonu  $\overline{s_o}$  z  $s_o$ -V diagramu musím znát střední rychlost, tu vypočtu dle vztahu [4, str.61]:

$$V_s = V_{i-1} + \frac{1}{2} \Delta V \text{ [km/h]} \quad (8.2)$$

Kde:

$V_{i-1}$  [km/h] počáteční rychlost

$\Delta V$  [km/h] přírůstek rychlosti

Za předpokladu, že v průběhu výpočtu se hodnota redukováného sklonu trati nemění, pak je možno určit dobu  $\Delta T$ , za kterou se realizuje změna rychlosti  $\Delta V$  a to podle vztahu [3, str.72]:

$$\Delta T = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta V}{p_s} \text{ [min]} \quad (8.3)$$

Za předpokladu změny rychlosti ve výpočtovém kroku je možno stanovit dráhu  $\Delta L$ , na které proběhne změna rychlosti  $\Delta V$ , a to dle vztahu [3, str.72]:

$$\Delta L = V_s \cdot \frac{\Delta T}{60} \text{ [km]} \quad (8.4)$$

### **Ukázka výpočtů:**

#### **1. Výpočet střední rychlosti vlaku.**

Zvolím přírůstek rychlosti  $\Delta V$  (pro rozjezdy volím poměrně veliký  $\Delta V = 10$  km/h).  
Počáteční rychlost při rozjezdu vlaku je nulová, tedy  $V_{i-1} = 0$  km/h.  
Střední rychlost určím podle vztahu 8.2 a hodnota je:

$$V_s = 0 + \frac{10}{2} = 5 \text{ [km/h]}$$

#### **2. Výpočet střední hodnoty přebytku měrné tažné síly.**

Z  $s_0$ -V diagramu pro HV řady 163 a čtyři vozy Bt jsem odečetl hodnotu pro střední rychlost  $V_s = 5$  km/h při použití fiktivního stupně 900 pro rozjezd vlaku. Odečtená hodnota pro jízdní stupeň 900 a střední rychlost 5 km/h je 84,7%. Z redukováného profilu jsem našel hodnotu redukováného sklonu podle toho, kde se právě vlak nachází. V tomto případě se vlak nachází na začátku traťového úseku, tedy v Ostravě Kunčicích v kilometru 7,805. Vlak se

tedy při rozjezdu bude nacházet na redukovaném sklonu 2,5 ‰ , ale pro rozjezd se přidává 1,5 ‰.

Potom tedy hodnota přebytku měrné tažné síly podle vztahu 8.1 je:

$$p_s = 84,7 - 4 = 80,7 \text{ ‰}$$

3. Vypočet přírůstku času  $\Delta T$  stanovím podle vztahu 8.3:

$$\Delta T = \frac{1}{2} \cdot \frac{10}{80,7} = 0,062 \text{ min}$$

4. Potom přírůstek dráhy  $\Delta L$  podle vztahu 8.4 je:

$$\Delta L = 5 \cdot \frac{0,062}{60} = 0,005 \text{ km}$$

Tab.13 Výřez z výsledné tabulky tachogramu jízdy vlaku tvořeného HV řady 163 a čtyřmi vozy řady Bt s vozidlovým odporem R mezi stanicemi Ostrava Kunčice – Vratimov.

i	R <sub>si</sub>	Δ V <sub>i</sub>	V <sub>i-1</sub>	V <sub>i</sub>	V <sub>si</sub>	S <sub>oi</sub>	S <sub>ri</sub>	p <sub>si</sub>	Δ T <sub>i</sub>	Δ L <sub>i</sub>	L <sub>i</sub>
(-)	(-)	(km/h)	(km/h)	(km/h)	(km/h)	(‰)	(‰)	(‰)	(min)	(km)	(km)
1	900	10,0	0	10	5	84,7	4	80,7	0,062	0,005	7,810
2	850	10,0	10	20	15	78,8	2,5	76,3	0,066	0,016	7,827
3	800	10,0	20	30	25	72,4	2,5	69,9	0,072	0,030	7,856
4	750	10,0	30	40	35	66,8	2,5	64,3	0,078	0,045	7,902
5	750	10,0	40	50	45	67,5	2,5	65	0,077	0,058	7,959
6	<del>700</del>	<del>10,0</del>	<del>50</del>	<del>60</del>	<del>55</del>	<del>62,8</del>	<del>2,5</del>	<del>60,3</del>	<del>0,083</del>	<del>0,076</del>	<del>8,035</del>
6*	700	5,0	50	55	52,5				0,042	0,038	7,997
7	700	10,0	55	65	60	62,0	4,7	57,29	0,087	0,087	8,085
8	650	10,0	65	75	70	54,7	4,7	49,99	0,100	0,117	8,201
9	600	5,0	75	80	77,5	44,2	4,7	39,49	0,063	0,082	8,283
10	V	-3,0	80	77	78,5	-4,9	4,7	-9,61	0,156	0,204	8,487
11	700	2,0	77	79	78	52,6	4,7	47,89	0,021	0,027	8,514
12	<del>V</del>	<del>-3,0</del>	<del>79</del>	<del>76</del>	<del>77,5</del>	<del>-4,9</del>	<del>4,7</del>	<del>-9,56</del>	<del>0,157</del>	<del>0,203</del>	<del>8,717</del>
12*	V	-1,1	79	77,9	78,5				0,060	0,077	8,591
13	700	2,1	77,9	80	79,0	51,6	5,7	45,88	0,023	0,030	8,622
14	<del>V</del>	<del>-3,0</del>	<del>80</del>	<del>77</del>	<del>78,5</del>	<del>-4,9</del>	<del>5,7</del>	<del>-10,6</del>	<del>0,141</del>	<del>0,185</del>	<del>8,806</del>
14*	V	-2,7	80	77,3	78,6				0,129	0,169	8,791
15	700	2,7	77,3	80,0	78,6	47,9	0,2	47,73	0,028	0,037	8,828
16	<del>V</del>	<del>-2,0</del>	<del>80,0</del>	<del>78,0</del>	<del>79,0</del>	<del>-5,0</del>	<del>0,2</del>	<del>-5,14</del>	<del>0,195</del>	<del>0,256</del>	<del>9,084</del>
16*	V	-0,8	80,0	79,2	79,6				0,08	0,1	8,926
17	<del>V</del>	<del>-2,0</del>	<del>79,2</del>	<del>77,2</del>	<del>78,2</del>	<del>-4,9</del>	<del>1,5</del>	<del>-6,41</del>	<del>0,156</del>	<del>0,203</del>	<del>9,129</del>
17*	V	-1,2	79,2	78,0	78,6				0,09	0,12	9,045
18	600	2,0	78,0	80,0	79,0	43,3	3,4	39,9	0,025	0,033	9,078
19	V	-2,0	80,0	78,0	79,0	-5,0	3,4	-8,37	0,119	0,157	9,235
20	600	2,0	78,0	80,0	79,0	43,3	3,4	39,9	0,025	0,033	9,268
21	<del>V</del>	<del>-1,0</del>	<del>80,0</del>	<del>79,0</del>	<del>79,5</del>	<del>-5,0</del>	<del>3,4</del>	<del>-8,41</del>	<del>0,059</del>	<del>0,079</del>	<del>9,347</del>
21*	V	-1,0	80,0	79,0	79,5				0,06	0,08	9,346
22	V	-1,0	79,0	78,0	78,5	-4,9	3,3	-8,23	0,061	0,080	9,426
23	600	2,0	78,0	80,0	79,0	43,3	3,3	40	0,025	0,033	9,459
24	V	-1,1	80,0	78,9	79,5	-5,0	3,3	-8,31	0,066	0,088	9,546
25	700	0,3	78,9	79,2	79,1	51,5	3,3	48,2	0,003	0,004	9,550
<b>Zastavení v žst. Vratimov</b>											

$$\sum T_j = 1,612 \text{ [min]}$$

Pozn. Celý tachogram naleznete na přiloženém CD ve složce Tachogramy O.K.-F-M /Tachogram 163.



### 8.1.1 Interpolační výpočet

Při řešení konkrétního tachogramu v  $i$ -tém kroku může nastat případ, že v rámci tohoto výpočtového kroku se změní hodnota sklonu tratě. Proto je nutné provést lineární interpolaci hodnoty rychlosti na konci sklonového úseku.

#### Ukázka interpolačního výpočtu:

V průběhu výpočtového kroku č.6 dochází v místě  $L_{S6} = 7,997$  km ke změně sklonu trati. Poloha vlaku na konci kroku  $L_6 = 8,035$  km, tedy za polohou změny sklonu.

Výpočet změny dráhy [4, str.86]:

$$\Delta L_x = L_{si} - L_{i-1} \quad [\text{km}] \quad (8.5)$$

$$\Delta L_x = 7,997 - 7,959 = 0,038 \text{ km}$$

Kde:

$L_{SI}$  [km] poloha změny sklonu tratě

$L_{i-1}$  [km] poloha vlaku v předešlém výpočtovém kroku

Výpočet změny rychlosti [4, str.87]:

$$V_x = \Delta V \cdot \frac{\Delta L_x}{\Delta L} \quad [\text{km/h}] \quad (8.6)$$

$$V_x = 10 \cdot \frac{0,038}{0,076} = 5 \text{ km/h}$$

Výpočet změny času [4, str.87]:

$$\Delta T_x = \Delta T \cdot \frac{\Delta L_x}{\Delta L} \quad [\text{min}] \quad (8.7)$$

$$\Delta T_x = 0,083 \cdot \frac{0,038}{0,076} = 0,042 \text{ min}$$

Tyto vypočtené hodnoty jsou zapsány do řádku 6\*. Odpovídající hodnota  $V_6$  [km/h] se vypočítá běžným způsobem, tedy  $V_6 = V_5 + \Delta V$ . Potom tedy hodnota  $V_6$  je 55 [km/h].

Původní řádek je přeškrtnutý a je neplatný.

### 8.1.2 Zastavení vlaku ve stanoveném místě

Jelikož osobní vlaky zastavují ve všech stanicích na našem traťovém úseku, potřebujeme vědět kdy musí vlak začít brzdít, a jakou ujede dráhu aby bezpečně zastavil ve stanici.

Pro výpočet brzdné dráhy jsem využil vztah [4, str.91]:

$$L_b = L_K + \frac{1}{2} \cdot a_b \cdot t_b^2 \cdot 10^{-3} \text{ [km]} \quad (8.8)$$

Kde:

$t_b$  [s] doba brzdění. (Tuto dobu volíme.),

$L_K$  [km] místo zastavení vlaku.

Rychlost z jaké musíme začít brzdít stanovím podle vztahu [4, str.91]:

$$V = |a_b| \cdot t_b \cdot 3,6 \text{ [km/h]} \quad (8.9)$$

Kde:

$a_b$  [m.s<sup>-2</sup>] brzdné zpomalení.

#### **Ukázka konstrukce brzdné křivky pro zastavení osobního vlaku v žst. Vratimov.**

Je nutné zastavit ve stanici Vratimov, která leží v km 10,155. Pro vlaky osobní dopravy se používá brzdné zpomalení  $a_b = -0,4 \text{ m.s}^{-2}$  a pro vlaky nákladní dopravy používáme brzdné zpomalení  $a_b = -0,2 \text{ m.s}^{-2}$ .

Výpočet rychlosti z jaké musíme začít brzdít, abychom bezpečně zastavili čelem vlaku v km 10,155. Podle vztahu 8.9 stanovím tedy rychlost z jaké musíme začít brzdít:

$$V(t) = |a_b| \cdot t_b \cdot 3,6 \text{ [km/h]}$$

$$V(t) = |-0,4| \cdot 55 \cdot 3,6 = 79,2 \text{ km/h}$$

Aplikací vztahu 8.8 stanovím místo, kde musíme začít brzdít abychom zastavili čelem vlaku v km 10,155.

$$L_b(t) = 10,155 + \frac{1}{2} \cdot (-0,4) \cdot 55^2 \cdot 10^{-3}$$

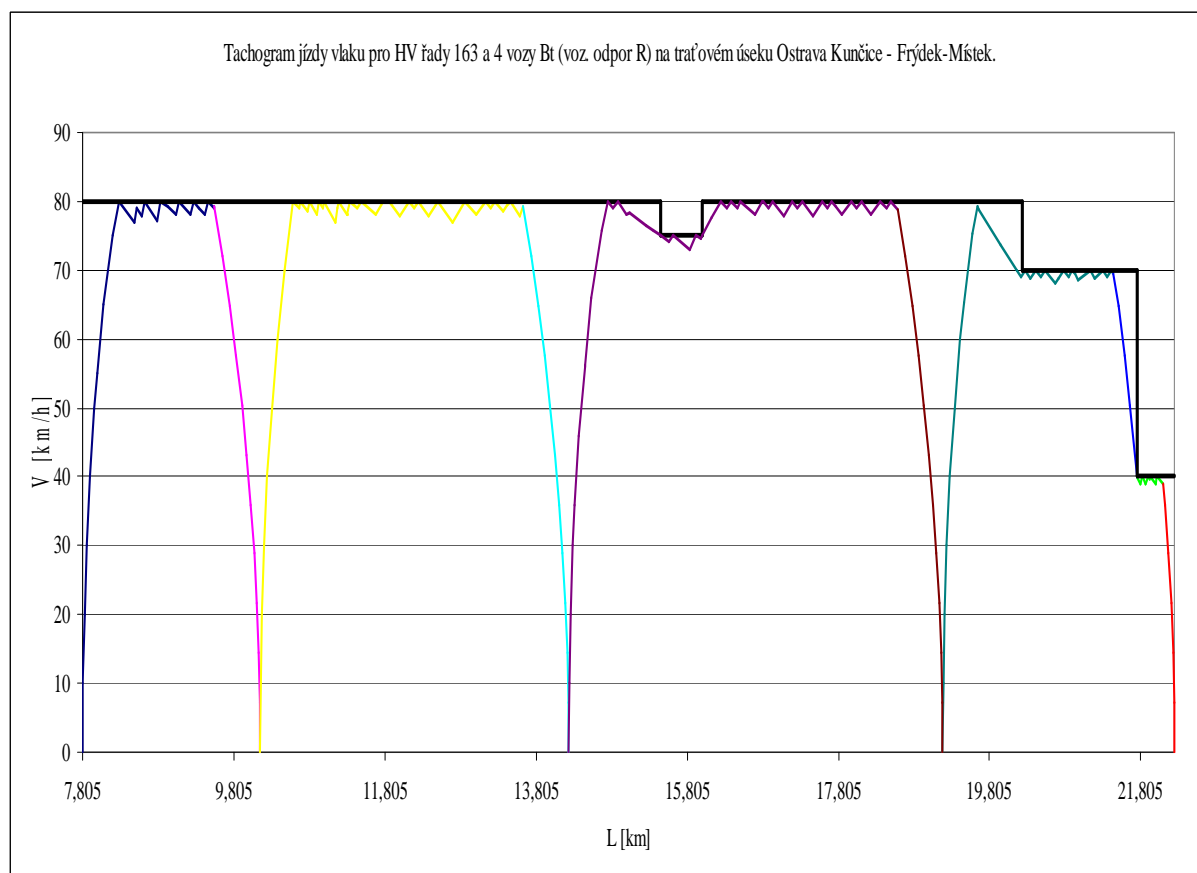
$$L_b(t) = 9,550 \text{ km}$$

Tab.14 Výsledné parametry brzděné křivky.

Brzdění do žst. Vratimov		
$t_b$	$L_b$	$V_t$
[s]	[km]	[km/h]
0	<b>10,155</b>	<b>0</b>
5	<b>10,150</b>	<b>7,2</b>
10	<b>10,135</b>	<b>14,4</b>
15	<b>10,110</b>	<b>21,6</b>
20	<b>10,075</b>	<b>28,8</b>
25	<b>10,030</b>	<b>36</b>
30	<b>9,975</b>	<b>43,2</b>
35	<b>9,910</b>	<b>50,4</b>
40	<b>9,835</b>	<b>57,6</b>
45	<b>9,750</b>	<b>64,8</b>
50	<b>9,655</b>	<b>72</b>
<b>55</b>	<b>9,550</b>	<b>79,2</b>
60	9,435	86,4
65	9,310	93,6
70	9,175	100,8

Z tabulky tedy vyplývá, že pokud pojedeme rychlostí 79,2 km/h musíme začít brzdít v km 9,550, abychom bezpečně zastavili v km 10,155, tedy v žst. Vratimov a doba brzdění bude činit 55 s. Brzdná křivka je označena červeně.

Po zjištění brzdných křivek už můžu zkonstruovat grafické znázornění tachogramu jízdy vlaku, tedy závislost rychlosti na dráze pro tento ukázkový vlak, tedy HV řady 163 + 4 vozy řady Bt.



Obr.13 Grafické znázornění tachogramu jízdy vlaku složeného z HV řady 163 a čtyř vozů Bt.

## 8.2 Stanovení jízdní doby

Teoretické jízdní doby  $T_j$  stanovím podle vztahu [3, str.73], a to součtem přírůstků času v jednotlivých platných výpočtových krocích.

$$T_j = \sum_i \Delta T_i \text{ [min]} \quad (8.10)$$

Jízdní doba na ukázkovém úseku trati podle vztahu 8.10 tedy je:

$$T_j = 1,612 \text{ min}$$

Celkovou jízdní dobu na ukázkovém úseku trati, tedy z Ostravy Kunčic do Vratimova stanovím podle vztahu [4, str.92]:

$$T_j = \sum_i \Delta T_i + \frac{t_b}{60} \text{ [min]} \quad (8.11)$$

$$T_j = \sum_i \Delta T_i + \frac{t_b}{60} = 1,612 + \frac{55}{60} = 2,529 \text{ min}$$

Abych zjistil u osobních vlaků celkovou cestovní dobu je potřeba ještě k jízdě době připočíst dobu pobytu vlaků v jednotlivých stanicích.

Tab.15 Přehled pobytů v jednotlivých stanicích ve směru od začátku trati ke konci.

Pobyty v jednotlivých stanicích ve směru od začátku trati ke konci trati.	
Stanice	Pobyt ( T <sub>P</sub> )
(-)	(min)
Vratimov	0,5
Paskov	1,5
Lískovec u Frýdku	1
<b>Celkem</b>	<b>3</b>

Tab.16 Přehled pobytů v jednotlivých stanicích ve směru od konce k začátku trati.

Pobyty v jednotlivých stanicích ve směru od konce k začátku trati.	
Stanice	Pobyt ( T <sub>P</sub> )
(-)	(min)
Lískovec u Frýdku	1
Paskov	2
Vratimov	0,5
<b>Celkem</b>	<b>3,5</b>

Pak celková cestovní doba u osobního vlaku se vypočte podle vztahu:

$$T_j = \sum_i \Delta T_i + \frac{t_b}{60} + T_p \text{ [min]} \quad (8.12)$$

### 8.3 Stanovení spotřeby energie

Tento výpočet je podkladem pro určení zatížení napájecích stanic drah, zatížení a ztrát v trakčním vedení, dále k řešení dalších provozních úkolů. Výpočet spotřeby elektrické energie nám tedy slouží pro stanovení spotřeby energie při jízdě konkrétního vlaku na konkrétním traťovém úseku. Předpokladem výpočtu spotřeby elektrické energie je tachogram

jízdy daného vlaku na traťovém úseku, dále spotřební charakteristika HV, která je součástí úplné trakční charakteristiky HV nebo na samostatném dokumentu jako je to u HV řady 163.

Základem pro výpočet spotřeby elektrické energie pro uvažovaný typ vlaku je tachogram jízdy vlaku, z něhož musí být patrné použití jednotlivých regulačních stupňů v průběhu jízdy. Pro odečtené a vypočtené hodnoty je využit list programu Microsoft Office Excel.

### 8.3.1 Stanovení hodnoty napětí připadající na jeden TM

Hodnota napětí se určí podle toho, zda jsou trakční motory zapojeny sériově nebo paralelně nebo sérioparalelně.

Hodnotu napětí připadající na jeden TM stanovím podle vztahu [3, str.77]:

$$U_{1TM} = \frac{U_N}{p} \quad [\text{V}] \quad (8.13)$$

Kde:

$U_{1TM}$  [V]    napětí připadající na jeden trakční motor

$U_N$  [V]    napájecí napětí

$p$  [1]    počet motorů zapojených v sériovém nebo paralelním zapojení. Při sériovém zapojení trakčních motorů je  $p = 4$ , při paralelním zapojení trakčních motorů je  $p = 2$ .

1. Pro hnací vozidlo řady 130 platí:

Když jsou u hnacího vozidla řady 130 řazeny jízdní stupně  $25^\circ$  a  $37^\circ$ , potom jsou trakční motory zapojeny v sérii, tedy hodnota dílčího napětí podle vztahu 8.13 je:

$$U_{1TM} = \frac{3000}{4}$$

$$U_{1TM} = 750 \text{ V}$$

Při řazení ostatních jízdních stupňů tedy I – V, jsou trakční motory zapojeny paralelně a tedy platí, že  $p = 2$ . Potom tedy hodnota napětí připadající na jeden trakční motor činí:

$$U_{1TM} = \frac{3000}{2}$$

$$U_{1TM} = 1500 \text{ V}$$

2. Pro EJ řady 460:

U elektrické jednotky řady 460, jsou trakční motory trvale zapojeny v sériovém řazení, proto platí, že při využití jakéhokoliv jízdního stupně je hodnota napětí připadající na jeden trakční motor podle vztahu 8.13, 750 A:

$$U_{1TM} = \frac{3000}{4}$$

$$U_{1TM} = 750 \text{ V}$$

3. Pro HV řady 163:

U hnacího vozidla řady 163 jsou trakční motory připojeny trvale, proto napětí připadající na trakční motory je rovno napájecímu napětí, tedy 3000 V.

### 8.3.2 Spotřeba elektrické energie pro hnací vozidla s plynulou regulací

Hodnotu proudu procházejícího trakčním obvodem  $I_{TR}$ , která je pro nás důležitá z hlediska stanovení zatížení napájecí stanice, zjišťujeme ze spotřební charakteristiky. Ze spotřební charakteristiky zjišťujeme pro daný výpočtový krok jako střední hodnotu proudu na počátku a konci výpočtového kroku podle vztahu [3, str.80]:

$$^s I_{1TMi} = \frac{I_{k1TM} + I_{r1TM}}{2} \text{ [A]} \quad (8.14)$$

Kde:

$I_{k1TM}$  [A] proud procházející na počátku výpočtového kroku,

$I_{r1TM}$  [A] proud procházející na konci výpočtového kroku.

### Ukázka výpočtu pro první výpočtový krok $i = 1$ .

Nejprve je potřeba odečíst ze spotřební charakteristiky HV řady 163 (Příloha č.12 ) hodnoty proudu pro rychlost na začátku a konci výpočtového kroku, což je pro 5 a 10 km/h.

$$I_{k1TM} = 130 \text{ [A]}$$

$$I_{r1TM} = 350 \text{ [A]}$$

Potom střední hodnota primárního proudu podle vztahu 8.14 je:

$${}_i I_{STR} = \frac{I_{k1TM} + I_{r1TM}}{2} = \frac{130 + 350}{2} = 240 \text{ [A]}$$

**Energii spotřebovanou pro trakci zjistím podle vztahu [3, str.88]:**

$$E_{TR} = U_N \cdot {}_i I_{STR} \cdot \Delta t_i \text{ [Ws]} \quad (8.15)$$

Kde:

$U_N$  [V] napájecí napětí na traťovém úseku, předpokládám  $U_N = \text{konst.}$

${}_i I_{STR}$  [A] střední hodnota primárního proudu

$\Delta t_i$  [s] doba trvání

Ukázka výpočtu pro první výpočtový krok  $i = 1$ , kde doba jízdy je  $\Delta T = 0,062$  min. a vlak vedený HV řady 163 se rozjíždí na 900 jízdním stupni.

Podle vztahu 8.15 jsem vypočetl, že energie spotřebovaná pro trakci pro tyto parametry je:

$$E'_{TR} = 3000 \cdot 240 \cdot 0,062 \cdot 60$$

$$E'_{TR} = 2676580 \text{ Ws}$$

Pro převod na [kWh] použiji vztah [3, str.77]:

$$E_{TR} = k_{kW} \cdot E'_{TR} \text{ [kWh]} \quad (8.16)$$

Kde:

$k_w$  [1] převodní koeficient pro převod jednotek, jeho hodnota je  $k_{kW} = \frac{10^{-3}}{3600}$



Po dosazení do vztahu 8.16 tedy dostaneme:

$$E_{TR} = \frac{10^{-3}}{3600} \cdot 2676580$$

$$E_{TR} = 0,743 \text{ kWh}$$

Tab.17 Výřez z výsledné tabulky spotřeby energie v úseku Ostrava Kunčice – Vratimov pro vlak složený HV řady 163 a čtyřmi vozy Bt.

i	R <sub>si</sub>	Δ V <sub>i</sub>	V <sub>i-1</sub>	V <sub>i</sub>	Δ T <sub>i</sub>	U <sub>1T<sub>Mi</sub></sub>	I <sub>1T<sub>Mi-1</sub></sub>	I <sub>1T<sub>Mi</sub></sub>	<sup>s</sup> I <sub>1T<sub>Mi</sub></sub>	E <sub>T<sub>Mi</sub></sub>
(-)	(-)	(km/h)	(km/h)	(km/h)	(min)	(V)	(A)	(A)	(A)	(Ws)
1	900	10,0	0	10	0,062	3000	130	350	240	2676580
2	850	10,0	10	20	0,066	3000	325	555	440	5190039
3	800	10,0	20	30	0,072	3000	500	715	607,5	7821888
4	750	10,0	30	40	0,078	3000	650	840	745	10427683
5	750	10,0	40	50	0,077	3000	840	1030	935	12946154
6*	700	5,0	50	55	0,042	3000	945	1030	987,5	7465500
7	700	10,0	55	65	0,087	3000	1030	1200	1115	17516146
8	650	10,0	65	75	0,100	3000	1080	1150	1115	20074015
9	600	5,0	75	80	0,063	3000	1070	1070	1070	12192960
10	V	-3,0	80	77	0,156				0	
11	700	2,0	77	79	0,021	3000	1250	1250	1250	4698267
12*	V	-1,1	79	77,9	0,060				0	
13	700	2,1	77,9	80	0,023	3000	1250	1250	1250	5149303
14*	V	-2,7	80	77,3	0,129				0	
15	700	2,7	77,3	80,0	0,028	3000	1250	1250	1250	6363922
16*	V	-0,8	80,0	79,2	0,075				0	
17*	V	-1,2	79,2	78,0	0,091				0	
18	600	2,0	78,0	80,0	0,025	3000	1070	1070	1070	4827068
19	V	-2,0	80,0	78,0	0,119				0	
20	600	2,0	78,0	80,0	0,025	3000	1070	1070	1070	4827068
21*	V	-1,0	80,0	79,0	0,058				0	
22	V	-1,0	79,0	78,0	0,061				0	
23	600	2,0	78,0	80,0	0,025	3000	1070	1070	1070	4815000
24	V	-1,1	80,0	78,9	0,066				0	
25	700	0,3	78,9	79,2	0,003	3000	1250	1250	1250	700207

$$\sum E_{T_{Mi}} = 127691799 \text{ Ws}$$

Pozn. Celou tabulku spotřeby naleznete na přiloženém CD ve složce Tachogramy O.K.-F-M /Tachogram 163.

**Pro určení spotřeby pro vozbu na ukázkovém úseku využijí vztah:**

$$E_{TR} = \sum_i E_{TMi} \text{ [Ws]} \quad (8.17)$$

Na ukázkovém úseku trati, tedy z Ostravy Kunčic do Vratimova je spotřeba pro vozbu dle vztahu 8.17:

$$E_{TR} = 127691799 \text{ Ws}$$

Pro převod jednotek využijí vztah 8.16:

$$E_{TR} = 127691799 \cdot \frac{10^{-3}}{3600} = 35,470 \text{ kWh}$$

**Energie spotřebovaná pro napájení pomocných zařízení.**

Hnací vozidlo při jízdě i během stání spotřebovává část energie pro pohon zařízení potřebných pro funkci hnacího vozidla (kompresory, ventilátory). Pro energii spotřebovanou pro napájení pomocných zařízení platí vztah [3, str.81]:

$$E_{PZ} = \kappa \cdot E_{TR} \text{ [kWh]} \quad (8.18)$$

Kde:

$\kappa$  [1] poměrná spotřeba pomocných pohonů . Tato hodnota je podle literatury 0,02 pro HV stejnosměrné vozby.

Pro výpočet spotřeby energie pro napájení pomocných zařízení využijí vztah 8.18:

$$E_{PZ} = 0,02 \cdot 35,470 = 0,709 \text{ kWh}$$

**Energie spotřebovaná pro napájení tažených vozidel.**

Je to energie spotřebovaná pro napájení zařízení na tažených vozidlech (vytápění vlaku, klimatizace). U nákladního vlaku uvažují, že  $E_{NAP} = 0$ .

Energii spotřebovanou pro napájení tažených vozidel na ukázkovém úseku trati z Ostravy Kunčic do Vratimova, kdy jízdní doba činí 2,529 min stanovím podle vztahu [3, str.81]:

$$E_{NAP} = \varphi \cdot M_D \cdot t_{NAP} \text{ [kWh]} \quad (8.19)$$

Kde:

$\varphi$  [kW/t] měrná spotřeba pro napájení.  $\varphi \in \langle 0,1;0,75 \rangle$

$M_D$  [t] tíha tažených vozidel.

$t_{NAP}$  [s] celková doba napájení elektrických zařízení tažených vozidel.

Výpočet spotřeby pro napájení tažených vozidel na ukázkovém úseku tratě jsem provedl dle vztahu 8.19 a hodnota spotřeby činí:

$$E_{NAP} = 0,2 \cdot 177,6 \cdot 151,74 \cdot \frac{1}{3600} = 1,497 \text{ kWh}$$

### **Energie na pokrytí ztrát.**

U hnacího vozidla uvažovaného v tomto případě jsou veškeré ztráty zahrnuty v předchozích výpočtech. V tomto případě tedy je možno uvést:  $E_Z = 0$  [kWh]

### **Celková spotřebovaná energie při jízdě vlaku stanovená na sběrači hnacího vozidla.**

Celkovou spotřebu vypočtu dle vztahu [3, str.76]:

$$E_C = E_{TR} + E_{PZ} + E_{NAP} + E_Z \text{ [kWh]} \quad (8.20)$$

Kde:

$E_{TR}$  [kWh] energie spotřebovaná pro vozbu.

$E_{PZ}$  [kWh] energie spotřebovaná pro pohon pomocných zařízení HV.

$E_{NAP}$  [kWh] energie spotřebovaná taženými vozidly.

$E_Z$  [kWh] energie spotřebovaná na pokrytí ztát.

Celková spotřeba energie při jízdě vlaku na ukázkovém úseku trati podle vztahu 8.20 tedy je:

$$E_C = 35,470 + 0,709 + 1,497$$

$$E_C = 37,676 \text{ kWh}$$

### 8.3.3 Spotřeba elektrické energie pro hnací vozidla se stupňovou, odporovou regulací

Střední hodnotu proudu procházejícího jedním trakčním motorem  ${}_i I_{S1TM}$  zjišťujeme ze spotřební charakteristiky, u HV řady 130 a EJ řady 460 je spotřební charakteristika součástí trakční charakteristiky .

Z této charakteristiky pro daný výpočtový krok zjistím  ${}_i I_{S1TM}$  jako střední hodnotu proudu na začátku a konci výpočtového kroku podle vztahu 8.14:

$${}_s I_{1TMi} = \frac{515 + 492}{2} = 503,5 \text{ [A]}$$

**Potom energii spotřebovanou pro vozbu jedním trakčním motorem zjistím podle vztahu [3, str.77]:**

$$E'_{1TM} = \sum_i {}_i U_{1TM} \cdot {}_i I_{S1TM} \cdot \Delta t_i \text{ [Ws]} \quad (8.21)$$

Kde:

$U_{1TM}$  [V]      napětí připadající na jeden trakční motor

${}_i I_{S1TM}$  [A]      střední hodnota proudu

$\Delta t_i$  [s]      doba trvání

Ukázka výpočtu pro první výpočtový krok  $i = 1$ , kde doba jízdy je  $\Delta T = 0,820$  min. a nákladní vlak vedený HV řady 130 se rozjíždí na mezi adheze.

Pak aplikací vztahu 8.21 vypočítám energii spotřebovanou pro vozbu jedním trakčním motorem:

$$E'_{1TM} = 750 \cdot 503,5 \cdot 0,820 \cdot 60 = 18571721 \text{ [Ws]}$$

Tab.18 Výřez z výsledné tabulky spotřeby energie v úseku Ostrava Kunčice – Paskov pro vlak složený z HV řady 130 + tažené vozy o hmotnosti 1900 t s vozidlovým odporem T4.

i	R <sub>si</sub>	Δ V <sub>i</sub>	V <sub>i-1</sub>	V <sub>i</sub>	Δ T <sub>i</sub>	U <sub>1T<sub>Mi</sub></sub>	I <sub>1T<sub>Mi-1</sub></sub>	I <sub>1T<sub>Mi</sub></sub>	<sup>s</sup> I <sub>1T<sub>Mi</sub></sub>	E <sub>1T<sub>Mi</sub></sub>
(-)	(-)	(km/h)	(km/h)	(km/h)	(min)	(V)	(A)	(A)	(A)	(Ws)
1	A	10,0	0,0	10,0	0,820	750	515	492	503,5	18571721
2*	A	6,8	10,0	16,8	0,497	750	492	476	484,0	10824660
3	A	5,0	16,8	21,8	0,569	750	476	469	472,5	12108485
4	A	5,0	21,8	26,8	0,627	750	469	461	465,0	13110902
5*	A	2,4	26,8	29,2	0,320	750	461	455	458,0	6595200
6*	A	2,0	29,2	31,1	0,391	750	455	451	453,0	7970535
7*	A	3,7	31,1	34,8	0,240	750	451	447	449,0	4849200
8*	A	2,5	34,8	37,4	0,196	750	447	444	445,5	3929310
9*	A	3,9	37,4	41,3	0,453	750	444	440	442,0	9010170
10*	A	4,3	41,3	45,6	0,514	750	440	436	438,0	10130940
11*	A	1,2	45,6	46,8	0,159	750	436	434	435,0	3112425
12*	A	2,8	46,8	49,6	0,197	750	434	432	433,0	3838545
13	A	0,6	49,6	50,2	0,129	750	432	431	431,5	2504858
14	I	3,0	50,2	53,2	0,479	1500	456	391	423,5	18265974
15*	II	1,2	53,2	54,3	0,159	1500	473	468	470,5	6732855
16*	II	0,2	54,3	54,5	0,118	1500	468	467	467,5	4964850
17*	II	-2,1	54,5	52,4	0,586	1500	467	476	471,5	24866910
18	II	2,1	52,4	54,5	0,226	1500	476	467	471,5	9582097
19*	II	2,9	54,5	57,4	0,383	1500	467	422	444,5	15321915
20	III	1,0	57,4	58,4	0,490	1500	506	482	494,0	21794118
21*	III	0,5	58,4	58,9	0,375	1500	482	471	476,5	16081875
22	III	1,0	58,9	59,9	0,325	1500	471	462	466,5	13631494
23*	III	1,0	59,9	60,9	0,402	1500	462	449	455,5	16479990
24*	III	-0,2	60,9	60,7	0,098	1500	449	453	451,0	3977820
<b>Brzdění a zastavení v žst. Paskov</b>										

$$\sum E_{1T_{Mi}} = 258256849 \text{ Ws}$$

Potom celková spotřeba jednoho trakčního motoru se vypočte podle vztahu:

$$E_{1TM} = \sum_i E_{1T_{Mi}} \text{ [Ws]} \quad (8.22)$$

Na ukázkovém úseku trati, tedy z Ostravy Kunčic do Paskova je spotřeba jednoho trakčního motoru podle vztahu 8.22:

$$E_{1TM} = 258256849 \text{ Ws}$$

Pro převod jednotek využiji vztah 8.16:

$$E_{ITM} = 258256849 \cdot \frac{10^{-3}}{3600} = 71,738 \text{ kWh}$$

**Energii spotřebovanou všemi trakčními motory vypočítám podle vztahu [3, str. 77]:**

$$E_{TR} = E_{ITM} \cdot m \text{ [kWh]} \quad (8.23)$$

Kde:

$m$  [1] počet trakčních motorů hnacího vozidla.

Pro výpočet spotřeby energie všemi trakčními motory, pro počet trakčních motorů  $m = 4$  využiji vztah 8.23:

$$E_{TR} = 71,738 \cdot 4 = 286,952 \text{ kWh}$$

**Energie spotřebovaná pro napájení pomocných zařízení podle vztahu 8.18 je:**

$$E_{TR} = 0,02 \cdot 286,952 = 5,739 \text{ kWh}$$

**Energie spotřebovaná pro napájení tažených vozidel.**

U nákladního vlaku uvažuji, že  $E_{NAP} = 0$ .

**Celková spotřebovaná energie při jízdě nákladního vlaku vedeného HV řady 130 z Ostravy Kunčic do Paskova podle vztahu 8.20 je:**

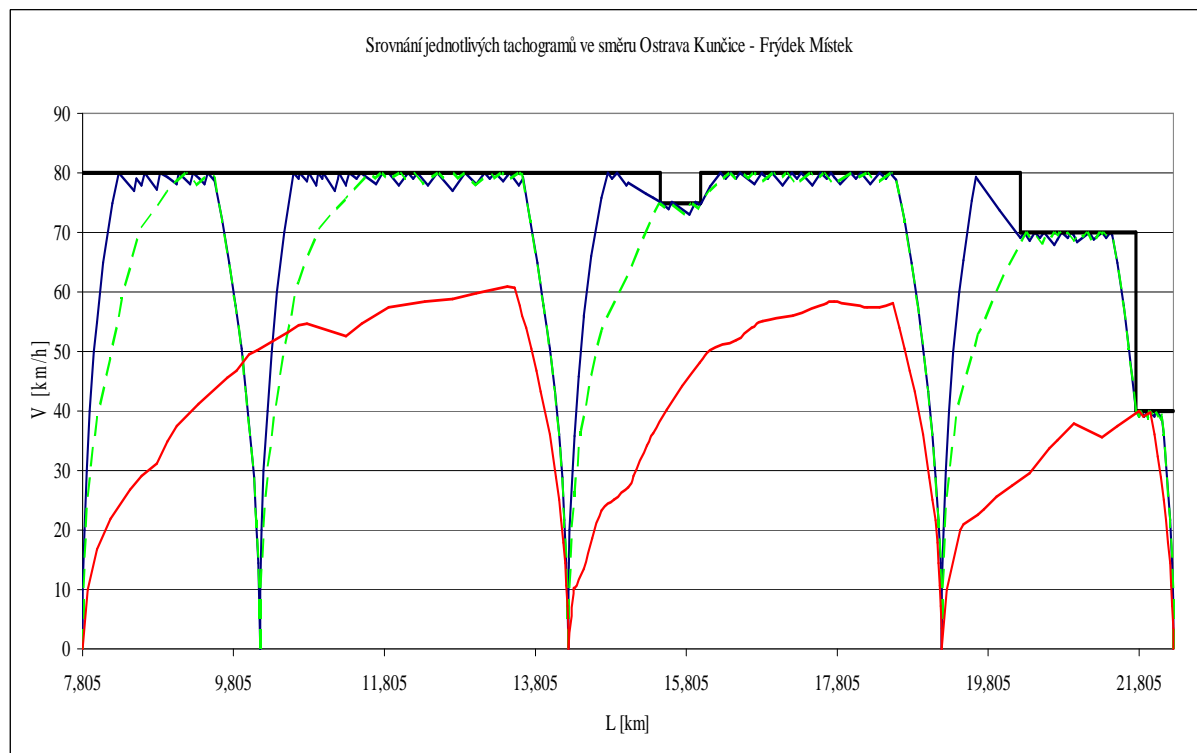
$$E_C = 286,952 + 5,739 = 292,691 \text{ kWh}$$

## 9. VÝSLEDNÉ PARAMETRY JÍZDY VLAKŮ

Všechny vypočtené hodnoty, tachogramy, jízdní doby a spotřeba jsou na příloženém CD v programu Microsoft Office Excel.

### 9.1 Výsledné tachogramy

Pro další potřebu výpočtů musely být zkonstruovány tachogramy jízdy vlaků jak ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek tak i ve směru opačném. To znamená, že ve směru z Ostravy do Frýdku-Místku jsou zkonstruovány 3 tachogramy pro všechny 3 typy vlaků. Ve směru Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice jde o tachogramy 4, z důvodu upřesnění výpočtů, jelikož Pn vlaky jedoucí mezi 12-18 h. z Frýdku-Místku ve směru na Ostravu Kunčice, zastavují v žst. Lískovec u Frýdku, Vratimov, tedy projíždí Paskov. Kdežto Pn vlaky jedoucí z Biocelu Paskov, žst. Vratimov projíždí. Proto musel být zkonstruován ještě jeden tachogram, právě pro Pn vlaky jedoucí z Biocelu Paskov.



Obr.14 Výsledné tachogramy jízdy vlaku ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

Význam jednotlivých barev ve výsledném tachogramu:

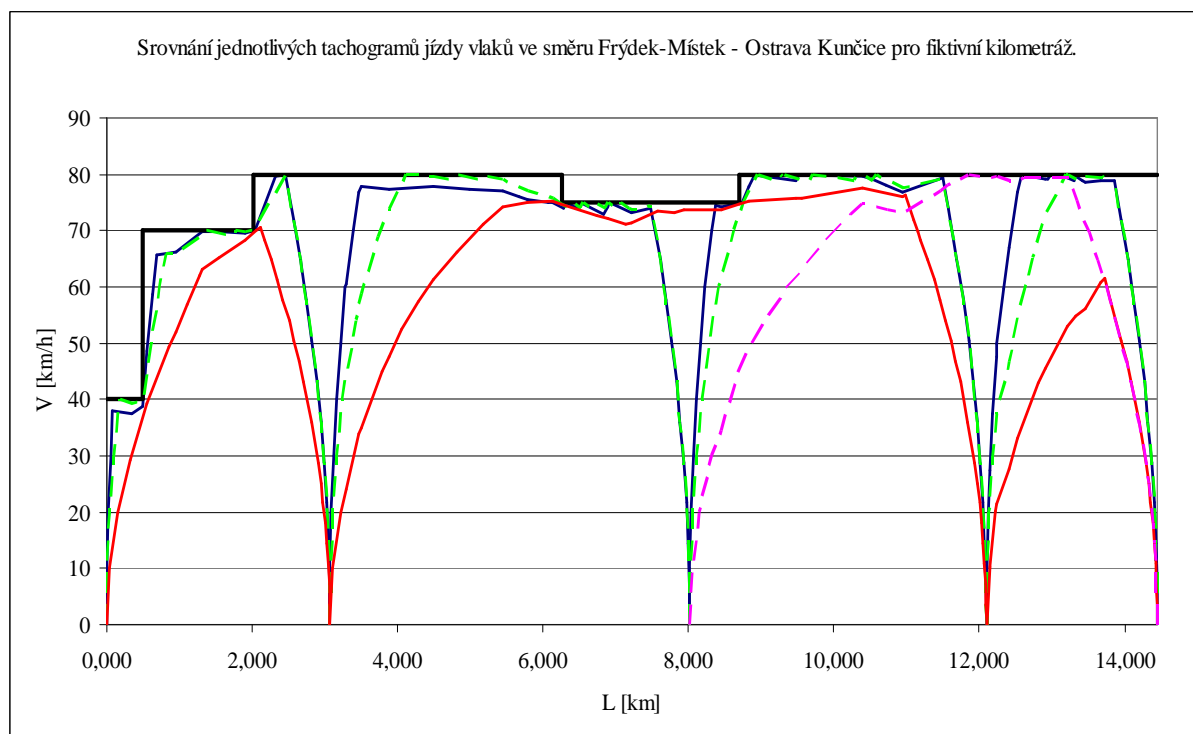
modrá barva – HV řady 163 + 4 vozy Bt (vozidlový odpor R).

zelená barva – EJ řady 460.

červená barva – HV řady 130 + tažené vozy hmotnosti 1900 t s vozidlovým odporem T4.

černá barva – Rychlostní omezení na trati.

*Pozn. Jednotlivé tachogramy jízdy vlaku pro směr Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek můžete nalézt na přiloženém CD v souboru Tachogramy O.K.-F-M.*



Obr.15 Výsledné tachogramy jízdy vlaku ve směru Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice.

Význam jednotlivých barev ve výsledném tachogramu:

modrá barva – HV řady 163 + 4 vozy Bt (vozidlový odpor R).

zelená barva – EJ řady 460.

červená barva – HV řady 130 + tažené vozy hmotnosti 1900 t s vozidlovým odporem T4 mezi žst. Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice (bez zastavení v žst. Paskov).

fialová barva - HV řady 130 + tažené vozy hmotnosti 1900 t s vozidlovým odporem T4 mezi žst. Paskov – Ostrava Kunčice (bez zastavení v žst.Vratimov).

černá barva – Rychlostní omezení na trati.



Pro lepší přehlednost jsem upravil kilometráž tratě ve směru od konce trati k začátku, tedy ze stanice Frýdek-Místek do Ostravy Kunčic na fiktivní kilometráž, a to tak, že traťový úsek nezačíná v km 21,989, ale v km 0 kde nachází stanice Frýdek-Místek.

*Pozn. Tachogramy jízdy vlaku jak pro reálnou, tak pro fiktivní kilometráž ve směru Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice naleznete na přiloženém CD v souboru Tachogramy F.M.-O.K.*

*Pozn. Jelikož je na trati změna kilometráže, konkrétně se kilometráž mění z km 15,363 na 15,100 a opačně. Proto aby bylo vůbec možno zkonstruovat tachogram jízdy vlaku, tuto změnu kilometráže při konstrukci samotného tachogramu zanedbávám, tudíž ve směru z Ostravy Kunčic do Frýdku-Místku je trať zobrazená v tachogramu o 263 metrů delší, v opačném směru je zobrazení trati v tachogramu o 263 metrů kratší.*

## 9.2 Výsledné jízdní doby

Tab.19 Jízdní doby pro vlak složený z HV řady 163 a 4 vozů Bt s vozidlovým odporem R ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

Jízdní doby pro HV řady 163 + 4 vozy Bt ve směru Ostrava Kunčice - Frýdek-Místek		
Jednotlivé úseky	T <sub>J</sub> (teoretické)	T <sub>J</sub> (zjištěné)[2,sjr]
(-)	(min)	(min)
Ostrava Kunčice - Vratimov	2,529	3
Vratimov - Paskov	3,837	6
Paskov - Lískovec u Frýdku	4,535	6
Lískovec u Frýdku - Frýdek-Místek	3,474	4
<b>Celkem</b>	14,375	19

Tab.20 Jízdní doby pro vlak složený z HV řady 163 a 4 vozů Bt s vozidlovým odporem R ve směru Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice.

Jízdní doby pro HV řady 163 + 4 vozy Bt ve směru Frýdek-Místek - Ostrava Kunčice		
Jednotlivé úseky	T <sub>J</sub> (teoretické)	T <sub>J</sub> (zjištěné)
(-)	(min)	(min)
Frýdek-Místek - Lískovec u Frýdku	3,491	4
Lískovec u Frýdku - Paskov	4,599	6
Paskov - Vratimov	3,836	4,5
Vratimov - Ostrava Kunčice	2,507	3
<b>Celkem</b>	14,433	17,5

Tab.21 Jízdní doby pro EJ řady 460 ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

Jízdní doby pro EJ řady 460 ve směru Ostrava Kunčice - Frýdek-Místek		
Jednotlivé úseky	T <sub>J</sub> (teoretické)	T <sub>J</sub> (zjištěné)
(-)	(min)	(min)
Ostrava Kunčice - Vratimov	2,862	3
Vratimov - Paskov	4,154	6
Paskov - Lískovec u Frýdku	4,911	6
Lískovec u Frýdku - Frýdek-Místek	3,851	4
<b>Celkem</b>	15,778	19

Tab.22 Jízdní doby pro EJ řady 460 ve směru Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice.

Jízdní doby pro HV řady 163 + 4 vozy Bt ve směru Frýdek-Místek - Ostrava Kunčice		
Jednotlivé úseky	T <sub>J</sub> (teoretické)	T <sub>J</sub> (zjištěné)
(-)	(min)	(min)
Frýdek-Místek - Lískovec u Frýdku	3,668	4
Lískovec u Frýdku - Paskov	4,804	6
Paskov - Vratimov	4,055	4,5
Vratimov - Ostrava Kunčice	2,797	3
<b>Celkem</b>	15,324	17,5

Tab.23 Jízdní doby pro vlak složený z HV řady 130 + tažené vozy o hmotnosti 1900 t s vozidlovým odporem T4 ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

Jízdní doby pro HV řady 130 + vozy o hmotnosti 1900 t (voz. odpor T4) ve směru Ostrava Kunčice - Frýdek-Místek		
Jednotlivé úseky	T <sub>J</sub> (teoretické)	T <sub>J</sub> (zjištěné)
(-)	(min)	(min)
Ostrava Kunčice - Paskov	10,158	15
Paskov - Lískovec u Frýdku	8,649	13
Lískovec u Frýdku - Frýdek-Místek	7,261	9
<b>Celkem</b>	26,068	37

Tab.24 Jízdní doby pro vlak složený z HV řady 130 + tažené vozy o hmotnosti 1900 t s vozidlovým odporem T4 ve směru Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice (s průjezdem žst. Paskov).

Jízdní doby pro HV řady 130 + vozy o hmotnosti 1900 t (voz. odpor T4) ve směru Frýdek-Místek - Ostrava Kunčice		
Jednotlivé úseky	T <sub>J</sub> (teoretické)	T <sub>J</sub> (zjištěné)
(-)	(min)	(min)
Frýdek-Místek - Lískovec u Frýdku	4,972	7
Lískovec u Frýdku - Vratimov	9,752	12
Vratimov - Ostrava Kunčice	4,331	6
<b>Celkem</b>	19,055	25

Tab.25 Jízdní doba pro vlak složený z HV řady 130 + tažené vozy o hmotnosti 1900 t s vozidlovým odporem T4 ve směru Paskov – Ostrava Kunčice (bez zastavení v žst. Vratimov).

Jízdní doba pro vlak složený z HV řady 130 + tažené vozy o hmotnosti 1900 t s vozidlovým odporem T4 ve směru Paskov – Ostrava Kunčice.	
Úsek	T <sub>J</sub>
(-)	(min)
Paskov - Ostrava Kunčice	7,539

### 9.3 Výsledná spotřeba elektrické energie

Tab.26 Celková spotřeba jednotlivých vlaků ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

Spotřeba jednotlivých typů vlaků ve směru Ostrava Kunčice - Frýdek-Místek	
Složení vlaku	Celková spotřeba ( E <sub>C</sub> )
(-)	(kWh)
HV řady 163 + 4 vozy Bt (voz. odpor R)	199,908
EJ řady 460	239,153
HV řady 130 + tažené vozy o hmotnosti 1900 t (voz. odpor T4)	677,749

Tab.27 Celková spotřeba jednotlivých vlaků ve směru Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice.

Spotřeba jednotlivých typů vlaků ve směru Frýdek - Místek - Ostrava Kunčice	
Složení vlaku	Celková spotřeba ( E <sub>C</sub> )
(-)	(kWh)
HV řady 163 + 4 vozy Bt (voz. odpor R)	110,389
EJ řady 460	173,289
HV řady 130 + tažené vozy o hmotnosti 1900 t (voz. odpor T4)	358,699

Tab.28 Celková spotřeba nákladního vlaku ve směru Paskov – Ostrava Kunčice.

Spotřeba nákladního vlaku ve směru Paskov - Ostrava Kunčice	
Složení vlaku	Celková spotřeba ( E <sub>C</sub> )
(-)	(kWh)
HV řady 130 + tažené vozy o hmotnosti 1900 t (voz. odpor T4)	126,130

## 10. SESTAVENÍ PROVOZU

### 10.1 Sestavení reálného provozu podle GVD 07/08

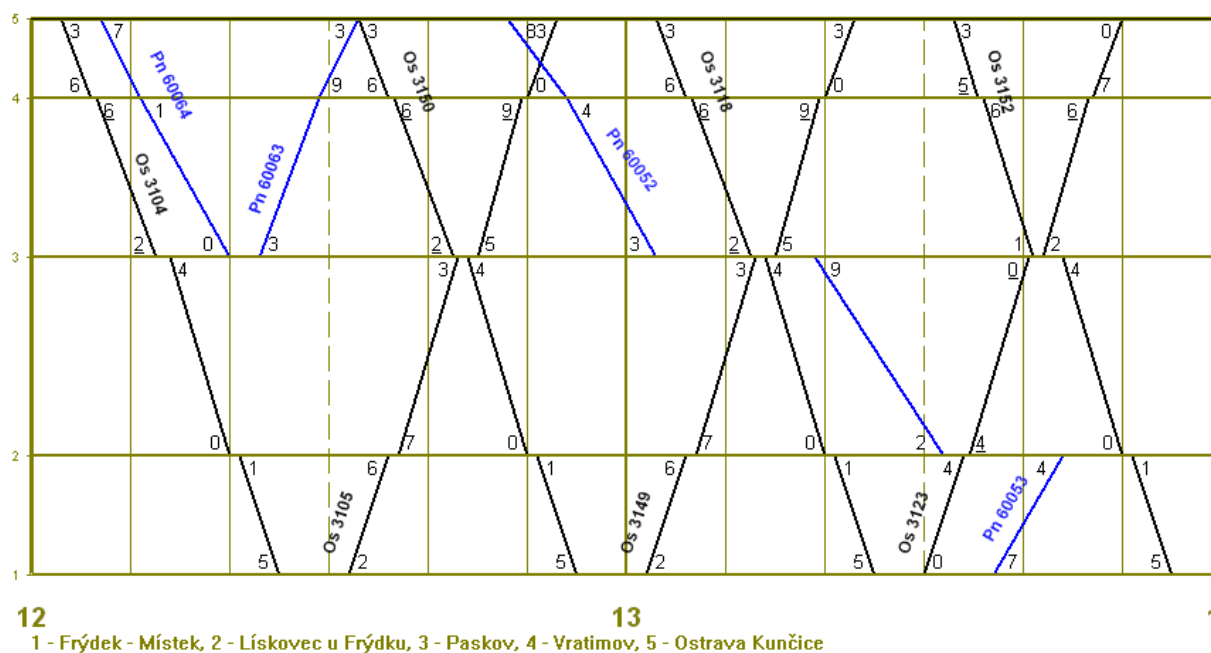
Po sestavení tachogramů uvažovaných vlaků, tedy závislé trakce jsem aplikoval tyto nově vypočtené časové přírůstky jednotlivých typů vlaků na GVD 07/08 s tou podmínkou, že jsem ponechal odjezdy vlaků osobní dopravy z výchozích stanic a u vlaků nákladní dopravy z výchozích i nácestných stanic.

Nejdříve jsem ovšem musel sestavit skutečný grafikon vlakové dopravy pro rok 2007/2008. Uvažoval jsem jen dobu mezi 12-18 h, protože je zde provoz nejhustší.

*Pozn. Neuvažuji nákladní vlaky jedoucí podle potřeby a nákladní vlaky, jak ČD Cargo tak OKD dopravy jedoucí na a z vlečky dolu Paskov, jelikož nepředpokládám, že by tyto společnosti přepřahaly ve stanici Vratimov hnací vozidlo.*

Z GVD 07/08 a z sešitového jízdního řádu jsem zjistil, že v tomto čase je vedeno celkem 23 osobních vlaků a 6 vlaků nákladních, jejich přehled je uveden v přílohách na příloze č.13.

Grafikon vlakové dopravy je zkonstruován v programu GRAFIKON, jeho celou část, tedy od 12 do 18 h naleznete na přiloženém CD v souboru GRAFIKON.



Obr.16 Výřez z GVD 07/08 mezi 12-14 h.

## 10.2 Přiřazení jednotlivých souprav k vlakům

Před začátkem konstrukce nového GVD, jsem musel nejdříve každému vlaku v GVD přiřadit soupravu. Přiřazování jsem provedl náhodně jelikož neznám oběh hnacích vozidel a vozů. Přiřazování jsem provedl takto:

A) Ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek:

- 1) Vždy v xx:03 h. je to souprava vlaku č.2, tedy EJ řady 460
- 2) Vždy v xx:33 h je to souprava vlaku č.1, tedy HV řady 163 + 4 vozy Bt.
- 3) Vlaky nákladní dopravy jedou vždy ve složení: HV řady 130 + tažené vozy o hmotnosti 1900 t s vozidlovým odporem T4.

B) Ve směru Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice:

- 1) Vždy v xx:00 nebo xx:02, je to souprava vlaku č.2, tedy EJ řady 460
- 2) Vždy v xx:30 nebo xx:32, je to souprava vlaku č.1, tedy HV řady 163 + 4 vozy Bt.
- 3) Vlaky nákladní dopravy jedou vždy ve složení: HV řady 130 + tažené vozy o hmotnosti 1900 t s vozidlovým odporem T4.

*Pozn. Za xx je potřeba si dosadit hodiny, tedy od 12 až do 18 h.*

Potom tedy na vlaku 3104 s odjezdem z Ostravy Kunčic v 12:03 h pojede souprava vlaku č.2 tedy EJ řady 460, na vlaku 3105 s odjezdem z Frýdku-Místku v 12:32 h pojede souprava vlaku č.1, tedy HV řady 163 + 4 vozy Bt.

### **10.3 Sestavení průběhu jízdy pro jednotlivé vlaky**

Po přiřazení souprav k jednotlivým vlakům, pokračujeme dále tak že, odečteme z příslušného tachogramu přírůstek času  $\Delta T_i$  v minutách mezi jednotlivými stanicemi. Potom je třeba převést časový přírůstek  $\Delta T_i$  z minut na sekundy z důvodu větší přehlednosti a to podle vztahu:

$$\Delta T_i = \Delta T_i \cdot 60 \text{ [s]} \quad (10.1)$$

Po přepočtení časového přírůstku na sekundy připočítáváme tento časový přírůstek k absolutnímu času  $T_{ABS}$ , což je čas odjezdu vlaku. Vypočteme ho podle vztahu:

$$T_{ABS} = T_{ABS} + \Delta T_i \text{ [h]} \quad (10.2)$$

#### **Ukázka výpočtu:**

Pro ukázkou volím druhý řádek u osobního vlaku 3104 na úseku Ostrava Kunčice – Vratimov. Z reálného GVD 07/08 jsem zjistil, že vlak 3104 odjíždí z Ostravy Kunčic ve 12:03 h a z přiřazení jednotlivých souprav vím, že na vlaku pojede EJ řady 460.

1. Z tachogramu pro EJ řady 460 pro směr Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek zjistím hodnotu prvního časového kroku. Tato hodnota je 0,126 min.

2. Následně jsem tuto hodnotu převedl z minut na sekundy podle vztahu 10.1:

$$\Delta T_i = 0,126 \cdot 60 = 7,560 \text{ [s]}$$

3. Tuto hodnotu je potřeba zaokrouhlit na celé sekundy, tedy 8 s.

4. Následně  $\Delta T_i$  připočtu k absolutnímu času, kterým je čas odjezdu vlaku Os 3104 z Ostravy Kunčic, což je ve 12:03 h.

5. Podle vztahu 10.2 je potom hodnota absolutního času:

$$T_{ABS} = 12 : 03 : 00 + 0 : 00 : 08 = 12 : 03 : 08 \text{ [h]}$$

6. Takto jsem pokračoval dále až do časového kroku  $\Delta T_i = 0,051 \text{ min}$ . Za tímto časovým krokem začíná vlak brzdit do stanice Vratimov. Aby byla jízdní doba kompletní nesmíme zapomenout připočíst brzdnou dobu  $t_b$ , která je v tomto případě 55 s.

7. Po připočtení všech přírůstků času  $\Delta T_i$  jsem zjistil, že vlak 3104 zastaví v žst. Vratimov ve 12:05:51 h. Abych mohl sestrojit grafikon s nově vypočtenými jízdními dobami musím zaokrouhlit tento čas, v tomto případě tedy na 12:06:00 h. (*Čas zaokrouhlujeme na nejbližší půlminuty nebo celé minuty*).



Tab.29 Průběh jízdy vlaku 3104 mezi stanicemi Ostrava Kunčice – Vratimov.

Os 3104			
$\Delta T_i$	$\Delta T_i$	$T_{ABS}$	
(min)	(s)	(h)	
-	-	12:03:00	
0,126	0:00:08	12:03:08	
0,121	0:00:07	12:03:15	
0,140	0:00:08	12:03:23	
0,160	0:00:10	12:03:33	
0,249	0:00:15	12:03:48	
0,168	0:00:10	12:03:58	
0,182	0:00:11	12:04:09	
0,056	0:00:03	12:04:12	
0,164	0:00:10	12:04:22	
0,106	0:00:06	12:04:28	
0,091	0:00:05	12:04:33	
0,095	0:00:06	12:04:39	
0,106	0:00:06	12:04:45	
0,027	0:00:02	12:04:47	
0,105	0:00:06	12:04:53	
0,051	0:00:03	12:04:56	
0,915	0:00:55	12:05:51	Brzdění do žst. Vratimov
<b>Zastavení v žst. Vratimov</b>			

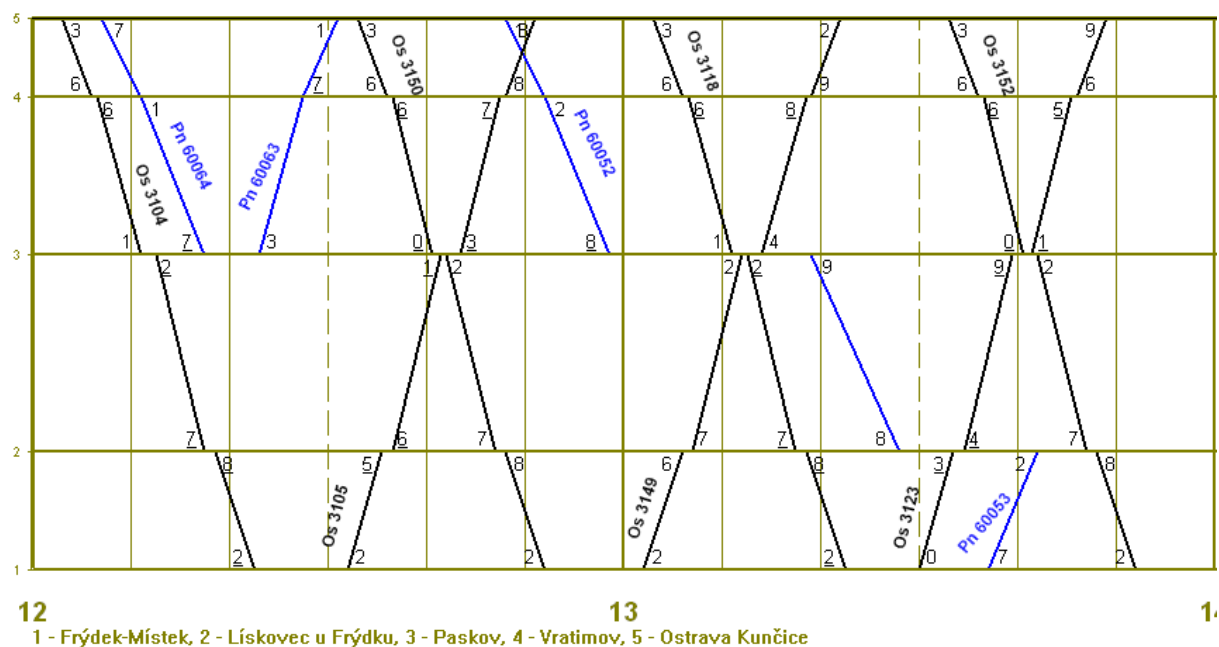
*Pozn. Celé průběhy jízdy všech vlaků naleznete na přiloženém CD v souborech Vlaky O.K-F.M a Vlaky F.M-O.K.*

Po sestavení obdobných tabulek, pro všechny vlaky a v celých trasách vlaků, jsem musel seřadit jednotlivé vlaky za sebe podle odjezdů vlaků v reálném GVD 07/08. To znamená, že první vyjíždí vlak 3104 z Ostravy Kunčic ve 12:03 h, za ním taktéž z Ostravy Kunčic vyjíždí nákladní vlak 60064 ve 12:07 h atd.

## 10.4 Sestavení nového GVD s využitím vypočtených jízdních dob

Po seřazení jednotlivých vlaků za sebe můžeme z tabulek odečíst nové jízdní doby vlaků. Po odečtení nových jízdních dob stanovíme přehled příjezdů, odjezdů, případně průjezdů (u nákladních vlaků) vlaků do jednotlivých stanic. Na základě tohoto přehledu můžeme sestavit nový grafikon vlakové dopravy pro naše typy vlaků.

Přehled časů příjezdů a odjezdů do jednotlivých stanic s již aplikovanými jízdními dobami naleznete v přílohách na příloze č.14.



Obr.17 Výřez z GVD s již aplikovanými jízdními dobami mezi 12 – 14 h.

*Pozn. Celý GVD s již aplikovanými jízdními dobami naleznete na přiloženém CD v souboru GRAFIKON.*

## 11. SESTAVENÍ PODKLADŮ PRO ZJIŠTĚNÍ ODBĚRU PROUDU

### 11.1 Sestavení tabulky odběru proudu pro jednotlivé vlaky

Po sestavení nového GVD pokračujeme dále tak, že musíme sestavit tabulku odběru proudu. Začneme tak, že z tachogramu odečteme hodnoty středního proudu pro jednotlivé časové přírůstky. Po přidání hodnot středního odběru proudu do tabulky, rozdělíme jízdu vlaku na jednotlivé minuty  $T_{KROK}$ .

Po rozdělení jízdy vlaku na jednotlivé minuty, musíme zjistit odběr proudu pro jednotlivé časové přírůstky, což zjistíme podle vztahu:

$$I_{\Delta Ti} = \Delta T_i \cdot I_{1TMI} \text{ [A]} \quad (11.1)$$

Po zjištění odběru proudu pro jednotlivé časové přírůstky, už můžeme zjistit odběr proudu vlaku pro jednotlivé minutové kroky, a to podle vztahu:

$$I_{1MIN} = \sum I_{\Delta Ti} \text{ [A]} \quad (11.2)$$

#### **Ukázka výpočtu:**

Pro ukázkou volím vlak Os 3104, na kterém je vedena EJ řady 460 s odjezdem z Ostravy Kunčic v 12:03 h.

1. Z tachogramu jízdy vlaku pro EJ řady 460 ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek jsem zjistil, že střední odběr proudu pro časový přírůstek 0,126 min. je 625 A.
2. Následně jsem rozdělil jízdu vlaku na jednotlivé minuty, rozdělení je zřejmé z tabulky č.30.
3. Poté jsem zjistil hodnotu odběru proudu pro tento časový krok a to podle vztahu 11.1:

$$I_{\Delta Ti} = \Delta T_i \cdot I_{1TMI} = 0,126 \cdot 625 = 78,750 \Rightarrow 79 \text{ [A]}$$

4. Když jsem toto provedl u všech časových přírůstků v jedné minutě, tedy od  $\Delta T_i = 0,126$  min až po  $\Delta T_i = 0,168$  min můžu už zjistit odběr proudu za tuto minutu a to tak, že sečtu všechny odběry proudu v dané minutě a to podle vztahu 11.2:

$$I_{1MIN} = \sum I_{\Delta T_i} = 0 + 79 + 73 + 78 + 81 + 106 + 91 = 507 \text{ A.}$$

5. Potom tedy hodnota odběru proudu pro vlak 3104 mezi 12:03 – 12:04 h. je 507 A.

Tab.30 Výřez z výsledné tabulky odběru proudu pro vlak 3104 za jednotlivé minutové kroky.

Os 3104						
$\Delta T_i$	$\Delta T_i$	$T_{ABS}$	$^S I_{ITM_i}$	$T_{KROK}$	$I_{\Delta T_i}$	$I_{1MIN}$
(min)	(s)	(h)	(A)	(h)	(A)	(A)
-	-	12:03:00	-	12:03-12:04	0	507
0,126	0:00:08	12:03:08	625		79	
0,121	0:00:07	12:03:15	601,5		73	
0,140	0:00:08	12:03:23	556,5		78	
0,160	0:00:10	12:03:33	503,5		81	
0,249	0:00:15	12:03:48	425		106	
0,168	0:00:10	12:03:58	545		91	
0,182	0:00:11	12:04:09	635	12:04-12:05	115	388
0,056	0:00:03	12:04:12	501		28	
0,164	0:00:10	12:04:22	462,5		76	
0,106	0:00:06	12:04:28	427		45	
0,091	0:00:05	12:04:33	398		36	
0,095	0:00:06	12:04:39	380		36	
0,106	0:00:06	12:04:45	0		0	
0,027	0:00:02	12:04:47	391,5		11	
0,105	0:00:06	12:04:53	382,5		40	
0,051	0:00:03	12:04:56	0		0	
0,915	0:00:55	12:05:51	Brzdění do žst. Vratimov	-	-	-
Zastavení v žst. Vratimov						

Pozn. Celou výslednou tabulku odběru proudu pro všechny vlaky naleznete na přiloženém CD v souboru VLAKY-seřazeno.

## **11.2 Sestavení tabulky odběru proudu za jednotlivé minutové kroky.**

Po obdobném sestavení takových tabulek pro všechny vlaky v našem grafikonu postupujeme dále tak, že zapisujeme hodnoty odběru proudu pro jednotlivé minutové kroky do tabulky, tedy začínáme od 12:00 – 12:01 h a končíme v 17:59 – 18:00 h. V případě, že se na trati nachází více vlaků ve stejném minutovém kroku, pak tyto hodnoty odběru proudu ve stejném minutovém kroku sčítáme.

Při pohledu na Obr.17, do výřezu z GVD s již aplikovanými jízdními dobami zjistíme, že vlak 3104 vyjíždí ze stanice Ostrava Kunčice až ve 12:03 h, tedy v době mezi 12:00 – 12:03 h, bude odběr proudu nulový, protože se na trati nenachází žádný vlak. V minutovém kroku mezi 12:03 – 12:04 h, kdy se vlak 3104 rozjíždí z Ostravy Kunčic je odběr proudu 507 A a tento odběr je konečný, jelikož v tomto minutovém kroku se už žádný jiný vlak nenachází, proto můžeme tuto hodnotu zapsat tabulky.

V minutovém kroku mezi 12:04 – 12:05 h je odběr vlaku 3104, 388 A a opět je konečný, protože se tento vlak nachází na trati sám a tudíž je jediným odběratelem proudu. Opět můžeme zapsat do tabulky.

Ovšem v minutovém kroku mezi 12:07 -12:08 h je na trati mezi Vratimovem a Paskovem vlak 3104 a z Ostravy Kunčic se rozjíždí vlak Pn 60064. Odběr vlaku 3104 v tomto časovém kroku je 548 A, ale musíme ještě připočíst odběr vlaku 60064, ten je 450 A, jelikož oba ve stejném minutovém kroku spotřebovávají proud. Proto do tabulky zapisujeme hodnotu 998 A.

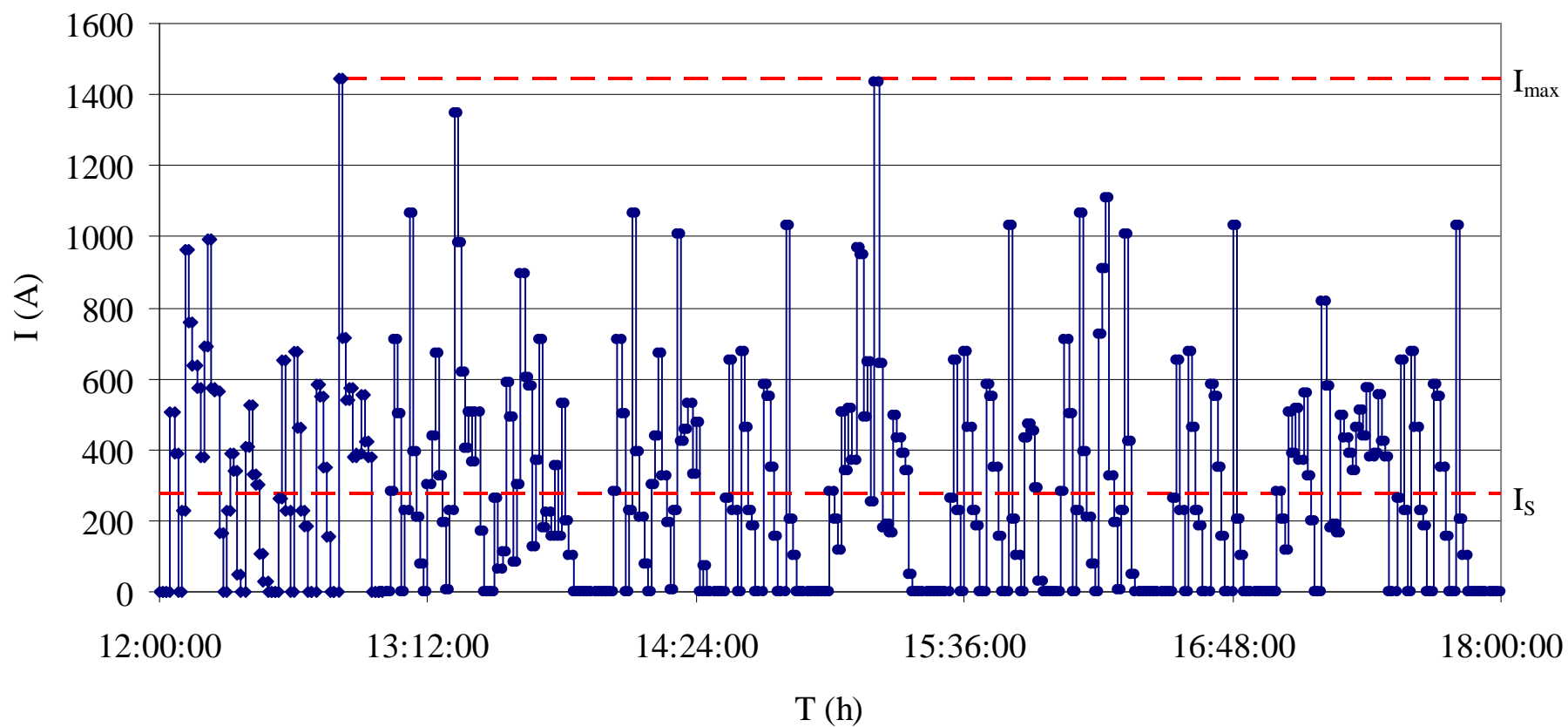
Takto postupujeme až do 18:00 h. Po sestavení této tabulky sestavíme graf závislosti  $T_{\text{KROK}}$  a  $I_{\text{1MIN}}$ .

Tab.31 Výřez z tabulky odběru proudu za jednotlivé minutové kroky od 12:00 do 12:30 h.

T <sub>KROK</sub>	I <sub>IMIN</sub>	T <sub>KROK</sub>	I <sub>IMIN</sub>	T <sub>KROK</sub>	I <sub>IMIN</sub>
(h)	(A)	(h)	(A)	(h)	(A)
12:00:00	0	-	-	-	-
12:00:00	0	12:10:00	338	12:20:00	341
12:01:00	0	12:11:00	338	12:21:00	341
12:01:00	0	12:11:00	521	12:21:00	49
12:02:00	0	12:12:00	521	12:22:00	49
12:02:00	0	12:12:00	726	12:22:00	0
12:03:00	0	12:13:00	726	12:23:00	0
12:03:00	507	12:13:00	869	12:23:00	425
12:04:00	507	12:14:00	869	12:24:00	425
12:04:00	388	12:14:00	550	12:24:00	390
12:05:00	388	12:15:00	550	12:25:00	390
12:05:00	0	12:15:00	524	12:25:00	476
12:06:00	0	12:16:00	524	12:26:00	476
12:06:00	229	12:16:00	451	12:26:00	457
12:07:00	229	12:17:00	451	12:27:00	457
12:07:00	998	12:17:00	0	12:27:00	14
12:08:00	998	12:18:00	0	12:28:00	14
12:08:00	786	12:18:00	229	12:28:00	68
12:09:00	786	12:19:00	229	12:29:00	68
12:09:00	641	12:19:00	387	12:29:00	0
12:10:00	641	12:20:00	387	12:30:00	0

*Pozn. Celou výslednou tabulku odběru proudu za jednotlivé minutové kroky pro čas od 12 do 18 h naleznete na přiloženém CD v souboru VLAKY-seřazeno.*

**Výsledný graf zatížení trakční měřírny mezi 12-18 hod. pro traťový úsek Ostrava  
Kunčice - Frýdek-Místek**



Obr.18 Výsledný graf zatížení trakční měřírny mezi 12-18 h. pro traťový úsek Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

Z grafu na obr.18 je vidět, že největší zatížení napájecí stanice bude mezi 12:48 – 12:49 h. V tomto minutovém kroku se rozjíždí osobní vlak 3105 ze stanice Vratimov dále se v tomto minutovém kroku rozjíždí za stanice Lískovec u Frýdku osobní vlak 3150, a ze stanice Ostrava Kunčice se rozjíždí nákladní vlak 60052.

Nejvyšší zatížení napájecí stanice je tedy mezi 12:48 – 12:49 h, jeho hodnota je 1443 A. Z vypočtených hodnot zatížení můžeme ještě vypočíst střední hodnotu zatížení napájecí stanice.

Pro výpočet této hodnoty jsem využil vztah:

$$I_s = \frac{\sum I_{MIN}}{N_{VK}} \text{ [A]} \quad (11.3)$$

Kde:

$I_s$	[A]	střední hodnota zatížení trakční měnírny
$I_{MIN}$	[A]	odběr proudu pro jednotlivé minutové kroky
$N_{VK}$	[1]	počet minutových kroků. V našem případě mezi 12-18 h. je 360 minutových kroků.

Potom hodnota středního zatížení trakční měnírny podle vztahu je 11.3:

$$I_s = \frac{100328}{360} = 278,689 \text{ [A]}$$

## 12. STANOVENÍ NEJVYŠŠÍHO MOŽNÉHO ZATÍŽENÍ NAPÁJECÍ STANICE

Z hlediska dimenzování napájecí stanice je důležité ještě určit jaké by bylo největší možné zatížení napájecí stanice. Největší zatížení napájecí stanice nastane v případě, když se na traťovém úseku z Ostravy Kunčic směrem do Frýdku-Místku rozjíždí ve stejném čase nejvíce možných vlaků. Směr Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek je zvolen záměrně, jelikož trať v celém úseku stoupá, a proto zde bude zatížení měnírny vyšší než ve směru opačném, kdy trať klesá.



Největší zatížení pro napájecí stanici budou představovat nákladní vlaky vedené HV řady 130 a tažené vozy o hmotnosti 1900 t s vozidlovým odporem T4.

Aby bylo opravdu možné určit opravdu nejvyšší zatížení trakční měřírny předpokládám tedy, že ve 12:00 h se rozjíždí nákladní vlaky ze stanic Ostrava Kunčice, Vratimov a Paskov a dále pak na hodnotě nejvyššího redukovaného sklonu tratě, který se nachází mezi žst. Lískovec u Frýdku a Frýdek-Místek. Začátek úseku s nejvyšší hodnotou redukovaného sklonu je v km 20,679 s hodnotou redukovaného sklonu 9,98 ‰.

Přehled jednotlivých míst rozjezdů vlaků:

1. Vlak Pn 60000 se rozjíždí ze žst. Ostrava Kunčice.
2. Vlak Pn 60002 se rozjíždí ze žst. Vratimov.
3. Vlak Pn 60004 se rozjíždí ze žst. Paskov.
4. Vlak Pn 60006 se rozjíždí na nejvyšší hodnotě redukovaného sklonu tratě.

*Pozn. Číslo vlaků jsou fiktivní.*

Abych mohl vůbec sestavit průběh jízdy a sestavit podklady pro odběr proudu za jednotlivé minutové kroky, musely být zkonstruovány ještě tachogramy rozjezdu vlaku ze stanice Vratimov a rozjezd na nejvyšší hodnotě redukovaného sklonu tratě. *Tyto tachogramy naleznete na přiloženém CD ve složce Tachogramy rozjezd.*

Postup sestavení průběhu jízdy jednotlivých nákladních vlaků je stejný jako v kapitole 10.3 a sestavení podkladů pro odběr proudu je obdobný jako u kapitoly 11.

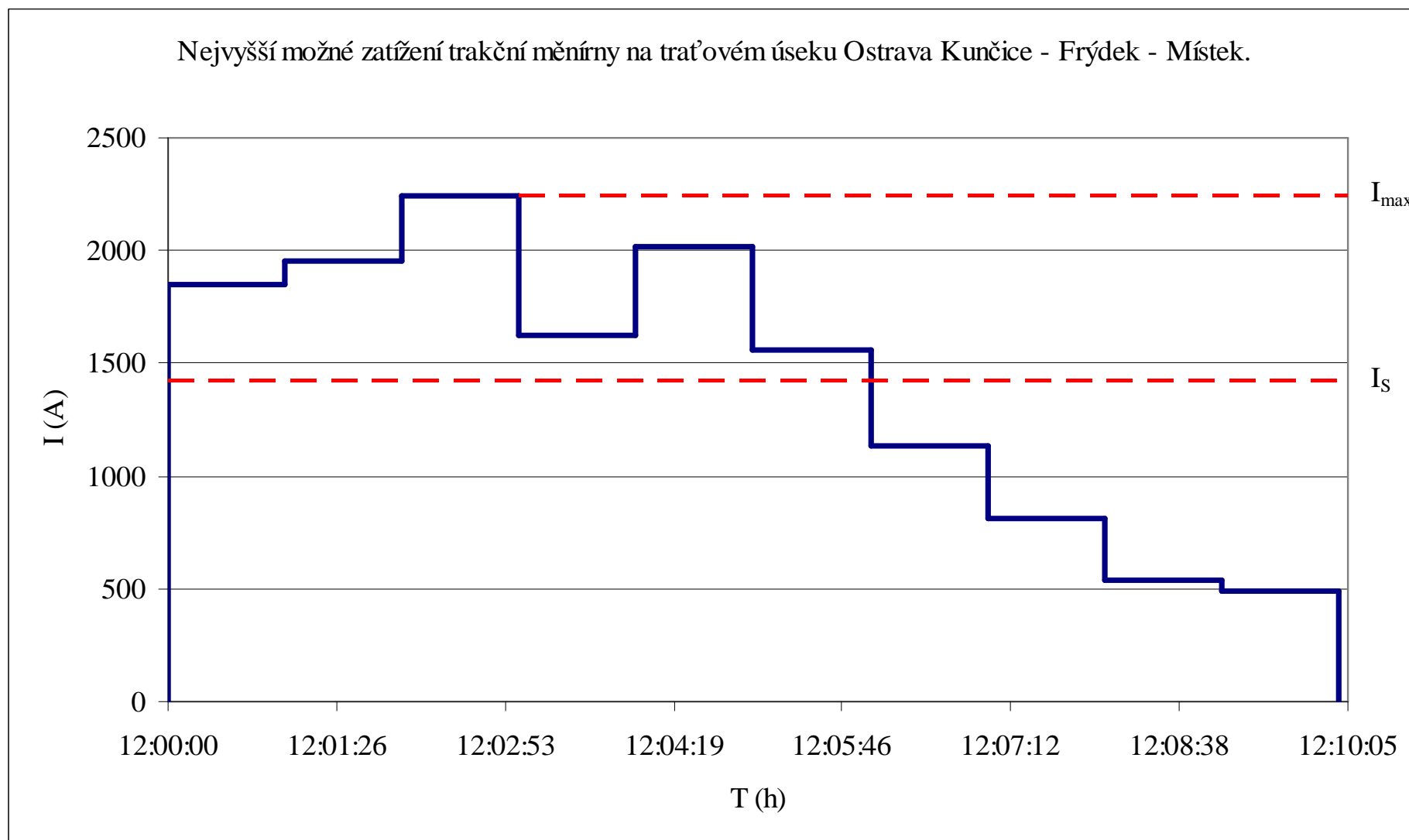
*Pozn. Rozjezd vlaku jsem ukončil v případě, že vlak dosáhl nejvyššího jízdního stupně, maximální rychlosti na trati nebo začal snižovat rychlost.*

Tab.32 Ukázka průběhu a spotřeby při rozjezdu nákladního vlaku ze žst. Ostrava Kunčice.

Pn 60000 (rozjezd z Ostravy Kunčic)						
$\Delta T_i$	$\Delta T_i$	T	$S_{I_{ITMi}}$	$T_{KROK}$	$I_{\Delta Ti}$	$I_{IMIN}$
(min)	(s)	(h)	(A)	(h)	(A)	(A)
-	-	12:00:00	-	12:00 - 12:01	0	413
0,820	0:00:49	12:00:49	503,5		413	
0,497	0:00:30	12:01:19	484,0	12:01 - 12:02	241	510
0,569	0:00:34	12:01:53	472,5		269	
0,627	0:00:38	12:02:31	465,0	12:02 - 12:03	291	438
0,320	0:00:19	12:02:50	458,0		147	
0,391	0:00:23	12:03:13	453,0	12:03 - 12:04	177	572
0,240	0:00:14	12:03:27	449,0		108	
0,196	0:00:12	12:03:39	445,5		87	
0,453	0:00:27	12:04:06	442,0		200	
0,514	0:00:31	12:04:37	438,0	12:04 - 12:05	225	380
0,159	0:00:10	12:04:47	435,0		69	
0,197	0:00:12	12:04:59	433,0		85	
0,129	0:00:08	12:05:07	431,5	12:05 - 12:06	56	333
0,479	0:00:29	12:05:36	423,5		203	
0,159	0:00:10	12:05:46	470,5		75	

Pozn. Rozjezdy všech vlaků naleznete na přiloženém CD v souboru Nejvyšší zatížení.

Po sestavení obdobných průběhů jízd a odběru energie v jednotlivých minutových krocích pro všechny čtyři nákladní vlaky, jsem opět zkonstruoval grafickou závislost  $T_{KROK}$  a  $I_{IMIN}$ .



Obr.19 Nejvyšší možné zatížení trakční měřírny na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

Z grafu na obr.19 je vidět, že největší možné zatížení napájecí stanice v případě, že se na trati rozjíždí čtyři nákladní vlaky nastane mezi 12:02 – 12:03 h a hodnota bude 2242 A.

Z vypočtených hodnot zatížení je možno ještě podle vztahu 11.3 vypočíst střední hodnotu zatížení napájecí stanice:

$$I_s = \frac{14212}{10} \text{ [A]}$$

$$I_s = 1421,2 \text{ [A]}$$

## 13. ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývá stanovením zatížení napájecí stanice na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

V práci je nejdříve věnována pozornost stavebně- technickým parametrům na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek. V další části je velká pozornost věnována analýze provozu na tomto traťovém úseku a výpočtu technického normativu hmotnosti, jelikož tyto podklady jsou rozhodující pro zvolení jednotlivých typů vlaků. V prostřední části práce je pozornost věnována vypočtením parametrů jízdy vlaku. V závěrečné části práce je už samotné předpovězení možného provozu na trati a výpočet zatížení napájecí stanice.

Výsledek této práce ukázal průběh zatížení napájecí stanice jak při předvídaném provozu, tak při největším možném zatížení trakční měnárny. Při zatížení napájecí stanice předpovězeným provozem je teoretické nejvyšší zatížení mezi 12:48 – 12:49 h a hodnota zatížení činí 1443 A. Střední hodnota odběru proudu při predikovaném provozu mezi 12 – 18 h činí 279 A. Při nejvyšším možném zatížení napájecí stanice, když se rozjíždí na trati čtyři nákladní vlaky ve stejném časovém okamžiku činí nejvyšší hodnota odběru proudu 2242 A, a střední hodnota odběru proudu při rozjezdu těchto čtyř vlaků je 1421 A. Hodnoty nejvyššího možného zatížení napájecí stanice jsou velmi důležité pro případné dimenzování napájecí stanice.

Dalším výsledkem práce je, že po případné elektrifikaci se sníží jízdní doby vlaků. Největší rozdíl mezi jízdními dobami teoretickými a zjištěnými je u nákladních vlaků. Ve směru z Ostravy Kunčic do Frýdku-Místku dojde ke zkrácení jízdní doby o 11 min při zastavení vlaku ve stanicích Paskov a Lískovec u Frýdku. V opačném směru by teoreticky úspora jízdní doby činila bezmála 6 min při zastavení v žst. Lískovec u Frýdku a Vratimov. U vlaků osobní dopravy by úspora jízdních dob byla menší, u jednotlivých vlaků se úspora jízdní doby pohybuje od 2 do 4,5 min.

Práce tedy hlavně ukázala průběh zatížení napájecí stanice, což je důležitý podklad pro případné dimenzování napájecí stanice při elektrifikaci tratě. Zároveň také ukázala, že elektrická trakce byla výhodnější pro tuto trať jak už z hlediska zkrácení jízdních, tak i

hlediska větších výkonu hnacích vozidel a v neposlední řadě také snížení provozních nákladů a snížení emisí v dané lokalitě.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Železniční trať Ostrava – Valašské Meziříčí, [online]. Dostupné z:  
[http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDelezn%C4%8Dn%C3%AD\\_tra%C5%A5\\_Ostrava\\_-\\_Vala%C5%A1sk%C3%A9\\_Mezi%C5%99%C3%AD%C4%8D%C3%AD](http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDelezn%C4%8Dn%C3%AD_tra%C5%A5_Ostrava_-_Vala%C5%A1sk%C3%A9_Mezi%C5%99%C3%AD%C4%8D%C3%AD), 2.3.2008.
- [2] Pomůcky k sestavě GVD, [online]. Dostupné  
z [www.danone39.mr2008.org/wqp4rslrslrfgs2dryqqzc/xxx/](http://www.danone39.mr2008.org/wqp4rslrslrfgs2dryqqzc/xxx/) , 3.5.2008.
- [3] Široký, J.: *Mechanika v dopravě I – Kolejová vozidla*. Ostrava. VŠB TU Ostrava. 2004.  
122 s. ISBN 80-248-0536-7.
- [4] Široký, J.: *Mechanika v dopravě II – Příklady*. Ostrava. VŠB TU Ostrava. 2006. 121 s.  
ISBN 80-248-1252-5.
- [5] Podklady SŽDC Ostrava
- [6] ANTONICKÝ S., *Provoz železničních vozidel II – Vozební výpočty*, ALFA  
BRATISLAVA 1984. 172 s.
- [7] ČD V7, *Trakční výpočty*. Praha GŘ ČSD. Platí od 1.6.1982, 2. změna 01.01.1989, změna  
číslo jednací 6/91 – 331/KV platí od 24.1.1992.

## SEZNAM TABULEK

- Tab.1 Kilometrické polohy stanic
- Tab.2 Stavebně technické parametry traťového úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.
- Tab.3 Rychlostní poměry na traťovém úseku.
- Tab.4 Rychlostní poměry na traťovém úseku.
- Tab.5 Kilometrické polohy hlavních návěstidel a jejich předvěstí.
- Tab.6 Přehled Staničního zabezpečovacího zařízení v jednotlivých stanicích.
- Tab.7 Traťové zabezpečovací zařízení v jednotlivých stanicích.
- Tab.8 Výřez z tabulky redukovaného profilu trati na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.
- Tab.9 Základní parametry vlaku.
- Tab.10 Hmotnostní parametry vlaku.
- Tab.11 Výřez z tabulky vypočtených hodnot setrvačného sklonu.
- Tab.12 Vypočtené hodnoty setrvačného výběhového sklonu.
- Tab.13 Ukázka výsledné tabulky tachogramu jízdy vlaku tvořeného HV řady 163 a čtyřmi vozy řady Bt s vozidlovým odporem R mezi stanicemi Ostrava Kunčice – Vratimov.
- Tab.14 Výsledné parametry brzdné křivky.
- Tab.15 Přehled dob stání v jednotlivých stanicích ve směru od začátku trati ke konci.
- Tab.16 Přehled dob stání v jednotlivých stanicích ve směru od konce k začátku trati.
- Tab.17 Výřez z výsledné tabulky spotřeby energie v úseku Ostrava Kunčice – Vratimov pro vlak složený HV řady 163 a čtyřmi vozy Bt.
- Tab.18 Výřez z výsledné tabulky spotřeby energie v úseku Ostrava Kunčice – Paskov pro vlak složený z HV řady 130 + tažené vozy o hmotnosti 1900 t s vozidlovým odporem T4.
- Tab.19 Jízdní doby pro vlak složený z HV řady 163 a 4 vozů Bt s vozidlovým odporem R ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.
- Tab.20 Jízdní doby pro vlak složený z HV řady 163 a 4 vozů Bt s vozidlovým odporem R ve směru Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice.
- Tab.21 Jízdní doby pro EJ řady 460 ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.
- Tab.22 Jízdní doby pro EJ řady 460 ve směru Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice.
- Tab.23 Jízdní doby pro vlak složený z HV řady 130 + tažené vozy o hmotnosti 1900 t s vozidlovým odporem T4 ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.



Tab.24 Jízdní doby pro vlak složený z HV řady 130 + tažené vozy o hmotnosti 1900 t s vozidlovým odporem T4 ve směru Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice (s průjezdem žst. Paskov).

Tab.25 Jízdní doby pro vlak složený z HV řady 130 + tažené vozy o hmotnosti 1900 t s vozidlovým odporem T4 ve směru Paskov – Ostrava Kunčice (bez zastavení v žst. Vratimov).

Tab.26 Celková spotřeba jednotlivých vlaků ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

Tab.27 Celková spotřeba jednotlivých vlaků ve směru Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice.

Tab.28 Celková spotřeba nákladního vlaku ve směru Paskov – Ostrava Kunčice.

Tab.29 Průběh jízdy vlaku 3104 mezi stanicemi Ostrava Kunčice – Vratimov.

Tab.30 Výřez z výsledné tabulky odběru proudu pro vlak 3104 za jednotlivé minutové kroky.

Tab.31 Výřez z tabulky odběru proudu za jednotlivé minutové kroky od 12:00 do 12:30 h.

Tab.32 Ukázka průběhu a spotřeby při rozjezdu nákladního vlaku ze žst. Ostrava Kunčice.

## SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr.1 Grafické schéma trati č.323.
- Obr.2 Rychlostní profil trati ve směru od začátku ke konci trati.
- Obr.3 Rychlostní profil trati ve směru od konce k začátku trati.
- Obr.4 Kilometrické polohy hlavních návěstidel a jejich předvěstí.
- Obr.5 Cílové stanice vlaků osobní dopravy ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.
- Obr.6 Směrování nákladních vlaků do jednotlivých stanic (vleček) za jeden den ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.
- Obr.7 Směrování nákladních vlaků do jednotlivých stanic (vleček) za jeden den ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.
- Obr.8 Redukovaný profil traťového úseku Ostrava Kunčice – Paskov.
- Obr.9 Redukovaný profil traťového úseku Paskov – Frýdek-Místek s vyznačeným úsekem pro výpočet rozhodného stoupání.
- Obr.10 Výsledný  $s_0$ -V diagram pro HV řady 163 a 4 vozy Bt.
- Obr.11 Výsledný  $s_0$ -V diagram pro EJ řady 460.
- Obr.12 Výsledný  $s_0$ -V diagram pro HV řady 130 a tažené vozy o hmotnosti 1900 t s vozidlovým odporem T4.
- Obr.13 Grafické znázornění tachogramu jízdy vlaku složeného z HV řady 163 a čtyř vozů Bt.
- Obr.14 Výsledné tachogramy jízdy vlaku ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.
- Obr.15 Výsledné tachogramy jízdy vlaku ve směru Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice.
- Obr.16 Výřez z GVD 07/08 mezi 12-14hod.
- Obr.17 Výřez z GVD s již aplikovanými jízdními dobami mezi 12 – 14 h.
- Obr.18 Výsledný graf zatížení trakční měnírny mezi 12-18 h pro traťový úsek Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.
- Obr.19 Nejvyšší možné zatížení trakční měnírny na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

# PŘÍLOHY

## SEZNAM PŘÍLOH

- |                   |  |
|-------------------|--|
| <b>Příloha 1</b>  | Seznam vlaků osobní dopravy ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.  |
| <b>Příloha 2</b>  | Seznam vlaků osobní dopravy ve směru Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice.  |
| <b>Příloha 3</b>  | Seznam nákladních vlaků ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.  |
| <b>Příloha 4</b>  | Seznam nákladních vlaků ve směru Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice.  |
| <b>Příloha 5</b>  | Přehled sklonových úseků.  |
| <b>Příloha 6</b>  | Přehled oblouků na trati.  |
| <b>Příloha 7</b>  | Sklonové a směrové poměry na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Paskov.  |
| <b>Příloha 8</b>  | Sklonové a směrové poměry na traťovém úseku Paskov – Frýdek-Místek.  |
| <b>Příloha 9</b>  | Redukovaný profil traťového úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.   |
| <b>Příloha 10</b> | TCH řady 130 s vyznačením bodů pro odečet tažné síly při výpočtu rozjezdového a průjezdového normativu hmotnosti.              |
| <b>Příloha 11</b> | TCH hnacího vozidla řady 163.  |
| <b>Příloha 12</b> | Spotřební charakteristika HV řady 163.   |
| <b>Příloha 13</b> | Přehled vlaků jedoucích mezi 12 – 18 h. na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek v GVD 2007/08.                       |
| <b>Příloha 14</b> | Přehled vlaků jedoucích mezi 12–18 h. na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek pro GVD s vypočtenými jízdními dobami. |

# Příloha 1

Seznam vlaků osobní dopravy ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

Seznam vlaků osobní dopravy ve směru Ostrava Kunčice - Frýdek-Místek				
Druh vlaku	Číslo vlaku	Řazení vlaku	Normativ hmotnosti (t)	Relace
Os	3140	842	60	Ostrava hl.n. - Frýdlant n/O.
Os	3100	842 + Btax	60	Ostrava hl.n. - Kojetín
Os	3142	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frýdlant n/O.
Os	3110	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Veřovice
Os	3144	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frýdlant n/O.
Os	3112	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frenštát p/R.
Os	3146	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frýdlant n/O.
Sp	1611	843 + 2x Btn + 943 + Btn + 843	80	Ostrava Svinov - Veřovice
Os	3114	754 + Bt + 4x Bdt	300	Ostrava hl.n. - Frenštát p/R.
Os	3116	754 + BDs + Bt + 3 Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frenštát p/R.
Os	3102	842 + 3x Btax	60	Ostrava hl.n.- Valašské Mez.
Os	3104	842 + 3x Btax	60	Ostrava hl.n.- Valašské Mez.
Os	3150	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frýdlant n/O.
Os	3118	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frenštát p/R.
Os	3152	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frýdlant n/O.
Os	3120	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frenštát p/R.
Os	3154	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frýdlant n/O.
Os	3122	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frenštát p/R.
R	1444	754 + 4x Bdmtee	300	Ostrava hl.n. - Brno hl.n.
Os	3156	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frýdlant n/O.
Os	3124	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frenštát p/R.
Os	3126	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frenštát p/R.
Os	3128	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frenštát p/R.
Os	3158	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frýdlant n/O.
Os	3130	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frenštát p/R.
Os	3180	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frýdek-Místek
Os	3182	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frýdek-Místek
Os	3132	754 + Bt + 3x Bdt + 2x Bmx + 842	250	Ostrava hl.n. - Frenštát p/R.
Os	3108	810 + Btax	20	Ostrava hl.n.- Valašské Mez.
Os	3134	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frenštát p/R.
Os	3186	754 + Bt + 3x Bdt	250	Ostrava hl.n. - Frýdek-Místek
Os	3136	810 + Btax	20	Ostrava hl.n. - Frenštát p/R.
Os	3188	842	60	Ostrava hl.n. - Frýdek-Místek

## Příloha 2

Seznam vlaků osobní dopravy ve směru Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice.

Seznam vlaků osobní dopravy ve směru Frýdek-Místek - Ostrava Kunčice				
Druh vlaku	Číslo vlaku	Řazení vlaku	Normativ hmotnosti (t)	Relace
Os	3141	842	60	Frýdlant n/O. - Ostrava hl.n.
Os	3181	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frýdek-Místek - Ostrava hl.n.
Os	3111	754 + 3x Bdt + Bt	250 / 20	Frenštát p/R. - Ostrava hl.n.
Os	3113	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frenštát p/R. - Ostrava hl.n.
Os	3143	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frýdlant n/O. - Ostrava hl.n.
Os	3115	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frenštát p/R. - Ostrava hl.n.
Os	3145	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frýdlant n/O. - Ostrava hl.n.
Os	3117	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frenštát p/R. - Ostrava hl.n.
Os	3147	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frýdlant n/O. - Ostrava hl.n.
Os	3101	842 + 3x Btax	60	Kojetín - Ostrava hl.n.
Os	3119	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frenštát p/R. - Ostrava hl.n.
Sp	1610	843 + Btn + 943	80	Frýdek-Místek - Ostrava Svinov
Sp	1643	754 + 4x Bdmtee	300	Kojetín - Ostrava hl.n.
Os	3103	842 + 3x Btax	60	Valašské Meziříčí - Ostrava hl.n.
Os	3121	754 + 3x Bdt + Bt	300	Frenštát p/R. - Ostrava hl.n.
Os	3105	843 + 2x Btn	80	Valašské Mez. - Ostrava hl.n.
Os	3149	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frýdlant n/O. - Ostrava hl.n.
Os	3123	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frenštát p/R. - Ostrava hl.n.
Os	3151	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frýdlant n/O. - Ostrava hl.n.
Os	3125	754 + 3x Bdt + Bt	250	Veřovice - Ostrava hl.n.
Os	3153	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frýdlant n/O. - Ostrava hl.n.
Os	3127	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frenštát p/R. - Ostrava hl.n.
Os	3155	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frýdlant n/O. - Ostrava hl.n.
Os	3129	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frenštát p/R. - Ostrava hl.n.
R	1445	754 + 4x Bdmtee	300	Kojetín - Ostrava hl.n.
Os	3157	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frýdlant n/O. - Ostrava hl.n.
Os	3131	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frenštát p/R. - Ostrava hl.n.
Os	3159	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frýdlant n/O. - Ostrava hl.n.
Os	3133	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frenštát p/R. - Ostrava hl.n.
Sp	1641	842 + 2x Bmx	80	Kojetín - Ostrava hl.n.
Os	3135	754 + 3x Bdt + Bt + Btax	250	Frenštát p/R. - Ostrava hl.n.
Os	3107	810 + Btax + 810	250	Valašské Mez. - Ostrava hl.n.
Os	3137	754 + 3x Bdt + Bt	250	Frenštát p/R. - Ostrava hl.n.
Os	3183	842	60	Frýdek-Místek - Ostrava hl.n.
Os	3109	842 + 2x Btax	40	Valašské Mez. - Ostrava hl.n.

## Příloha 3

Seznam nákladních vlaků ve směru Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

Seznam nákladních vlaků ve směru Ostrava Kunčice - Frýdek-Místek					
Druh vlaku	Číslo vlaku	Hnací vozidlo	Typ jízdního odporu	Normativ hmotnosti (t)	Relace
Pn	60050	742	T	1130	Ostrava báňské nádraží - Frýdek-Místek
Mn	90040	742	T	1600	Ostrava Kunčice - Důl Paskov
Vn	59362	770	U	1100	Zárubek - Důl Paskov
Vn	59212	770	U	1100	Bohumín přednádraží - Paskov
Vn	47542	2x742	T	1600	ÖBB - Důl Paskov
Vn	59300	770	U	1100	Ostrava Kunčice - Důl Paskov
Pn	69270	770	T	2050	Ostrava báňské nádraží - Důl Paskov
Rn	52038	742	T	1000	Ždírec nad Doubravou - Biocel Paskov
Pn	60060	742	T	1000	Ostrava báňské nádraží - Biocel Paskov
Pn	60062	742	T	1000	Ostrava báňské nádraží - Biocel Paskov
Vn	59332	770	U	1100	Ostrava báňské nádraží - Důl Paskov
Pn	60064	742	T	1000	Ostrava báňské nádraží - Biocel Paskov
Pn	60052	742	T	1130	Ostrava báňské nádraží - Frýdek-Místek
Vn	59216	770	U	1100	Bohumín přednádraží - Paskov
Mn	80012	742	T	1130	Lískovec u Frýdku - Frýdek-Místek
Vn	59364	770	U	1100	Zárubek - Důl Paskov
Vn	59350	770	U	1100	Prostřední Suchá - Důl Paskov
Pn	69272	770	T	2050	Ostrava báňské nádraží - Důl Paskov
Vn	59344	770	T	1100	Zárubek - Důl Paskov
Pn	60066	742	T	1000	Ostrava báňské nádraží - Biocel Paskov
Mn	90042	742	T	1600	Ostrava Kunčice - Důl Paskov
Pn	60054	742	T	1130	Ostrava báňské nádraží - Frýdek-Místek
Pn	69306	752	T	1230	Zárubek - Lískovec u Frýdku
Pn	69336	770	T	2050	Zárubek - Důl Paskov

## Příloha 4

Seznam nákladních vlaků ve směru Frýdek-Místek – Ostrava Kunčice.

Seznam nákladních vlaků ve směru Frýdek-Místek - Ostrava Kunčice					
Druh vlaku	Číslo vlaku	Hnací vozidlo	Typ jízdního oporu	Normativ hmotnosti (t)	Relace
Pn	60051	742	T	2100	Frýdek-Místek - Ostrava báňské nádraží
Pn	69271	770	T	2500	Důl Paskov - Ostrava báňské nádraží
Pn	47541	2x742	T	2900	Důl Paskov - Ostrava Kunčice - ÖBB
Pn	49753	2x742	T	2900	Důl Paskov - Ostrava Kunčice - ZSSK
Vn	59307	752	U	800	Lískovec u Frýdku - Zárubek
Mn	90041	742	T	2100	Důl Paskov - Ostrava Kunčice
Pn	69305	770	T	2500	Důl Paskov - Prostřední Suchá
Pn	69213	770	T	2500	Paskov - Bohumín přednádraží
Pn	69341	770	T	2500	Důl Paskov - Zárubek
Pn	60061	742	U	800	Biocel Paskov - Ostrava báňské nádraží
Pn	69313	770	T	2500	Důl Paskov - Ostrava střed
Pn	69367	770	T	2500	Důl Paskov - Ostrava báňské nádraží
Pn	69273	770	T	2500	Důl Paskov - Ostrava báňské nádraží
Pn	60063	742	U	800	Biocel Paskov - Ostrava báňské nádraží
Pn	69343	770	T	2500	Důl Paskov - Zárubek
Pn	60053	742	T	2100	Frýdek-Místek - Ostrava báňské nádraží
Mn	80013	742	T	2100	Frýdek-Místek - Lískovec u Frýdku
Pn	60065	742	T	2100	Důl Paskov - Zárubek
Pn	60067	742	T	2100	Důl Paskov - Zárubek
Pn	60055	742	T	2100	Frýdek-Místek - Ostrava báňské nádraží
Mn	90043	742	T	2100	Důl Paskov - Ostrava Kunčice
Pn	69221	770	T	2500	Paskov - Bohumín přednádraží
Pn	69349	770	T	2500	Důl Paskov - Zárubek
Vn	59317	770	T	2500	Důl Paskov - Zárubek
Pn	69303	770	T	2500	Důl Paskov - Ostrava Kunčice
Rn	50239	2x742	T	2500	Biocel Paskov - Ždírec nad Doubravou

## Příloha 5

Přehled sklonových úseků.[5]

<b>Začátek sklonu</b>	<b>Konec sklonu</b>	<b>Délka sklonu</b>	<b>Sklon</b>
<b>(km)</b>	<b>(km)</b>	<b>(m)</b>	<b>(‰)</b>
<b>žst. Ostrava-Kunčice</b>			
7,805	7,997	192,00	2,50
7,997	8,591	594,00	4,25
8,591	8,791	200,00	5,72
8,791	8,926	135,00	0,17
<b>Ostrava-Kunčice - Vratimov</b>			
8,926	9,045	119,00	1,50
9,045	9,346	301,00	3,40
9,346	9,721	375,00	3,30
9,721	9,846	125,00	3,60
9,846	10,005	159,00	0,00
<b>žst. Vratimov</b>			
10,005	10,114	109,00	4,60
10,114	10,670	556,00	2,28
10,670	10,779	109,00	4,80
<b>Vratimov - Paskov</b>			
10,779	11,301	552,00	7,30
11,301	11,861	560,00	1,00
11,861	12,702	841,00	4,20
12,702	13,428	726,00	3,40
13,428	13,809	381,00	5,90
<b>žst. Paskov</b>			
13,809	14,317	508,00	3,14
14,317	14,451	134,00	5,60
14,451	14,675	224,00	1,60
14,675	15,037	362,00	5,50
<b>km 15,363 - Lískovec u Frýdku</b>			
15,037	15,363	326,00	0,00
15,100	15,857	757,00	0,00
15,857	16,200	343,00	3,30
16,200	16,551	351,00	2,05
16,551	17,503	952,00	3,80
17,503	18,103	600,00	5,60
18,103	18,484	381,00	3,90
18,484	18,524	40,00	0,00



## Příloha 5 - pokračování

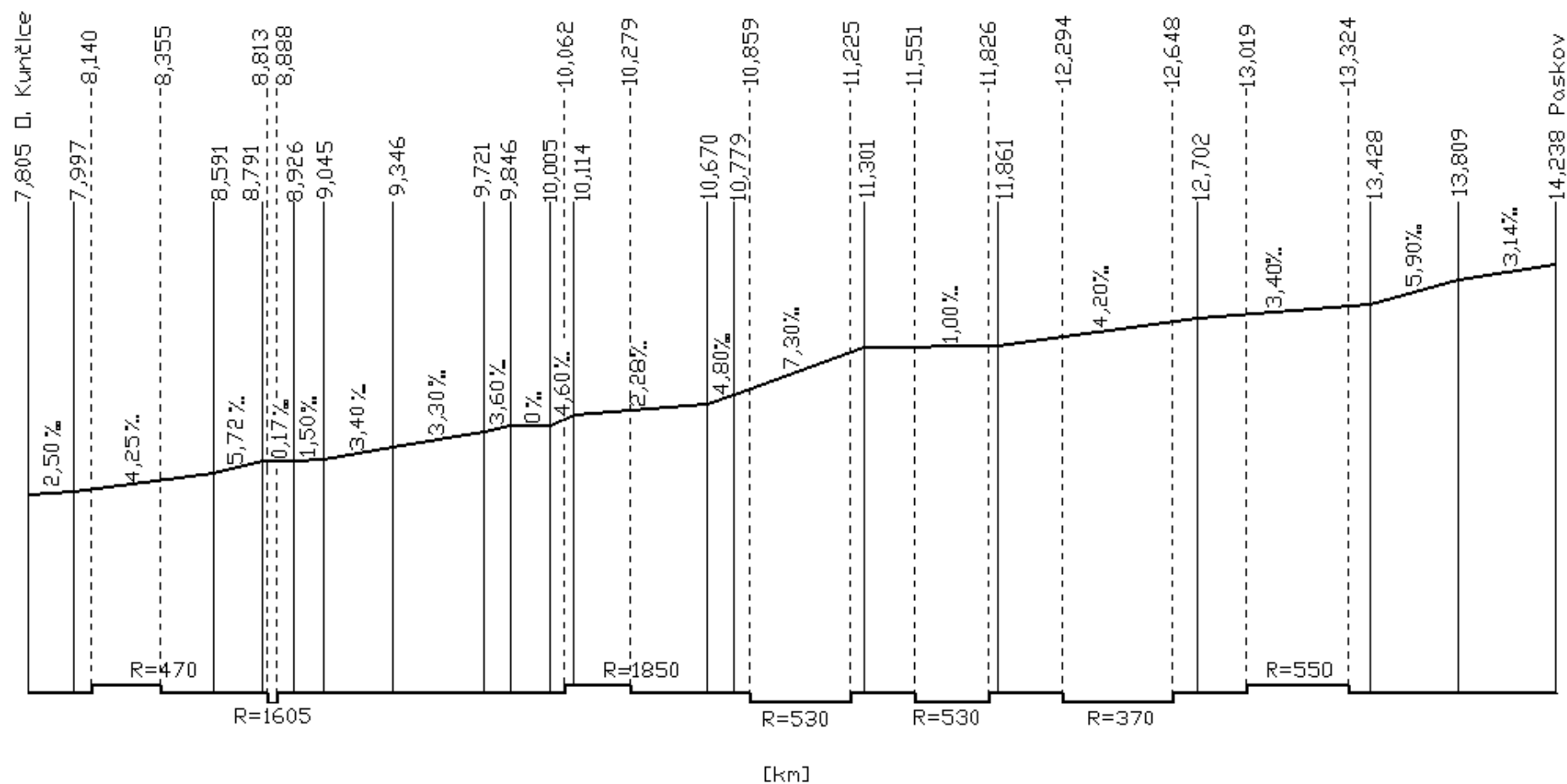
<b>Začátek sklonu</b>	<b>Konec sklonu</b>	<b>Délka sklonu</b>	<b>Sklon</b>
<b>(km)</b>	<b>(km)</b>	<b>(m)</b>	<b>(‰)</b>
<b>žst. Lískovec u Frýdku</b>			
18,524	18,704	180,00	4,70
18,704	19,204	500,00	2,50
19,204	19,404	200,00	7,20
<b>Lískovec u Frýdku - Frýdek-Místek</b>			
19,404	20,090	686,00	6,00
20,090	20,456	366,00	2,65
20,456	20,679	223,00	3,80
20,679	21,042	363,00	9,20
21,042	21,656	614,00	4,50
<b>žst. Frýdek-Místek</b>			
21,656	21,989	333,00	1,96

## Příloha 6

Přehled oblouků na trati.[5]

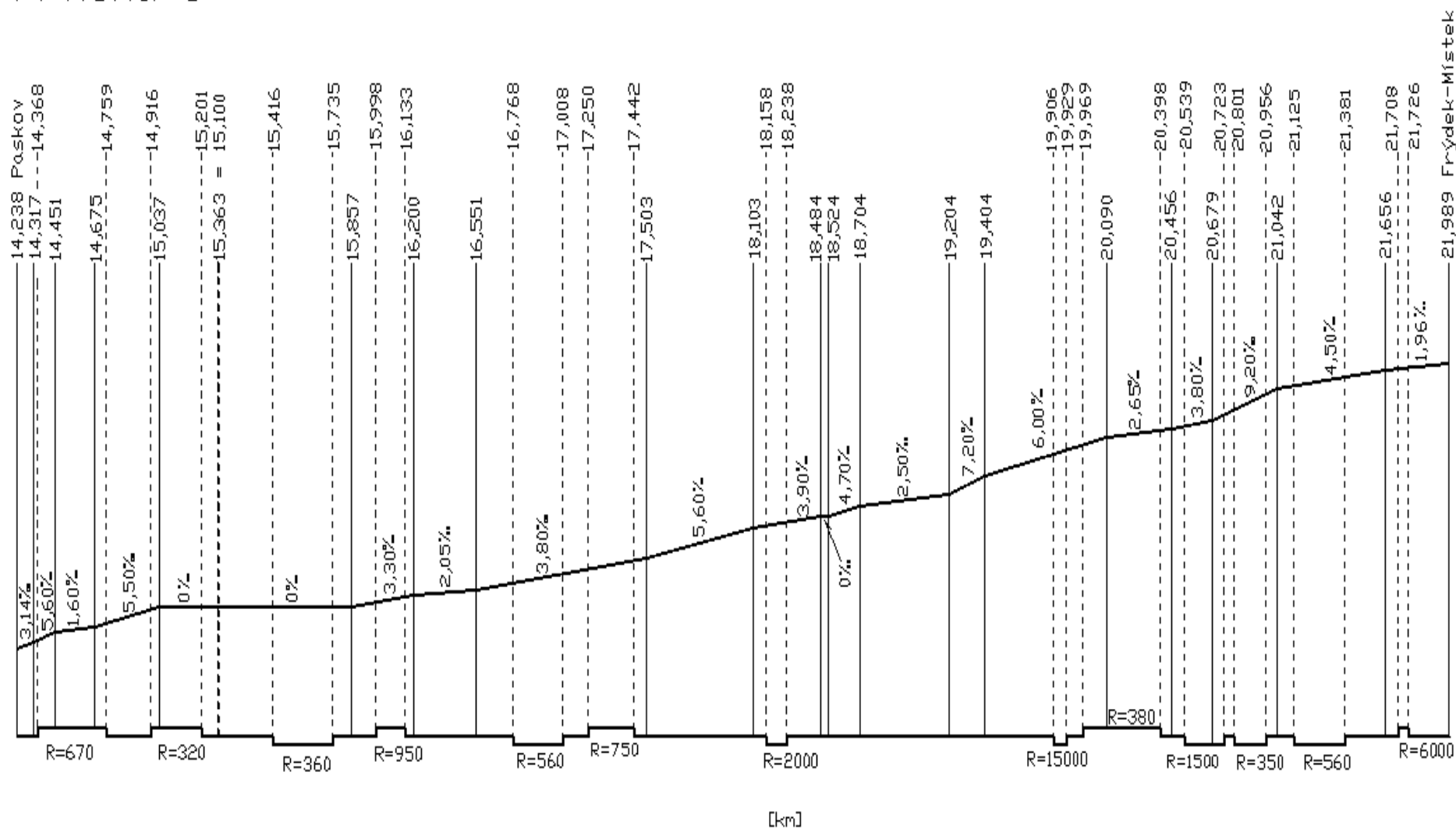
<b>Začátek oblouku</b>	<b>Konec oblouku</b>	<b>Délka oblouku</b>	<b>Směr</b>	<b>Poloměr</b>
<b>(km)</b>	<b>(km)</b>	<b>(m)</b>	<b>(-)</b>	<b>(m)</b>
<b>žst. Ostrava-Kunčice</b>				
8,140	8,355	215,00	L	470
8,813	8,888	75,00	P	1605
<b>žst. Vratimov</b>				
10,062	10,279	217,00	L	1850
<b>Vratimov - Paskov</b>				
10,859	11,225	366,00	P	530
11,551	11,826	275,00	P	530
12,294	12,648	354,00	P	370
13,019	13,324	305,00	L	550
<b>žst. Paskov</b>				
14,367	14,759	392,00	L	670
14,916	15,201	285,00	L	320
<b>km 15,363 - Lískovec u Frýdku</b>				
15,416	15,735	319,00	P	360
15,998	16,133	135,00	L	950
16,768	17,008	240,00	P	560
17,250	17,442	192,00	L	750
18,158	18,238	80,00	P	2000
<b>Lískovec u Frýdku - Frýdek-Místek</b>				
19,906	19,929	23,00	P	15000
19,969	20,398	429,00	L	380
20,539	20,723	184,00	P	1500
20,801	20,956	155,00	P	350
21,125	21,381	256,00	P	560
<b>žst. Frýdek-Místek</b>				
21,708	21,726	18,00	L	6000

## Příloha 7



Sklonové a směrové poměry na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Paskov.

## Příloha 8



Sklonové a směrové poměry na traťovém úseku Paskov – Frýdek-Místek.

## Příloha 9

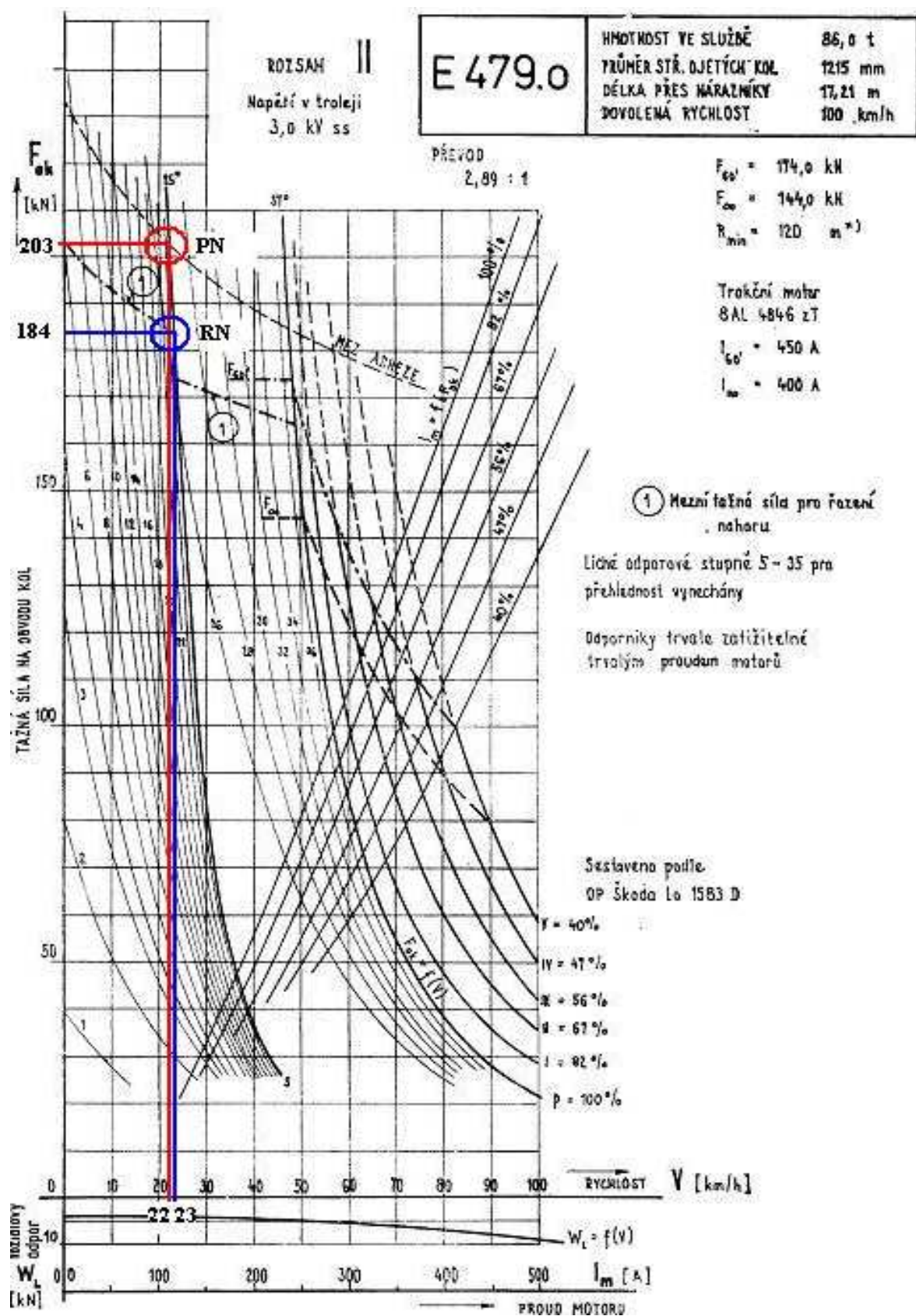
Redukovaný profil traťového úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek.

Redukovaný profil traťového úseku Ostrava Kunčice - Frýdek-Místek							
i	k <sub>obl</sub>	R <sub>i</sub>	s <sub>i</sub>	l <sub>i</sub>	S <sub>obl</sub>	l <sub>obl</sub>	S <sub>r</sub>
(-)	(-)	(m)	(‰)	(km)	(‰)	(km)	(‰)
1			2,50	0,192	0,00	0,000	2,50
2	1	470	4,25	0,594	1,28	0,215	4,71
3			5,72	0,200	0,00	0,000	5,72
4	2	1605	0,17	0,135	0,37	0,075	0,38
5			1,50	0,119	0,00	0,000	1,50
6			3,40	0,301	0,00	0,000	3,40
7			3,30	0,375	0,00	0,000	3,30
8			3,60	0,125	0,00	0,000	3,60
9			0,00	0,159	0,00	0,000	0,00
10	3	1850	4,60	0,109	0,32	0,052	4,75
11	3	1850	2,28	0,556	0,32	0,165	2,37
12			4,80	0,109	0,00	0,000	4,80
13	4	530	7,30	0,552	1,13	0,366	7,99
14	5	530	1,00	0,560	1,13	0,275	1,55
15	6	370	4,20	0,841	1,62	0,354	4,88
16	7	550	3,40	0,726	1,09	0,305	3,86
17			5,90	0,381	0,00	0,000	5,90
18			3,14	0,508	0,00	0,000	3,14
19	8	670	5,60	0,134	0,90	0,083	6,16
20	8	670	1,60	0,224	0,90	0,224	2,50
21	8	670	5,50	0,362	0,90	0,084	6,34
	9	320			1,88	0,121	
22	9	320	0,00	1,083	1,88	0,164	0,77
	10	360			1,67	0,319	
24	11	950	3,30	0,343	0,63	0,135	3,55
25			2,05	0,351	0,00	0,000	2,05
26	12	560	3,80	0,952	1,07	0,240	4,23
	13	750			0,80	0,192	
27			5,60	0,600	0,00	0,000	5,60
28	14	2000	3,90	0,381	0,30	0,080	3,96
29			0,00	0,040	0,00	0,000	0,00
30			4,70	0,180	0,00	0,000	4,70
31			2,50	0,500	0,00	0,000	2,50
32			7,20	0,200	0,00	0,000	7,20

Příloha 9 – pokračování

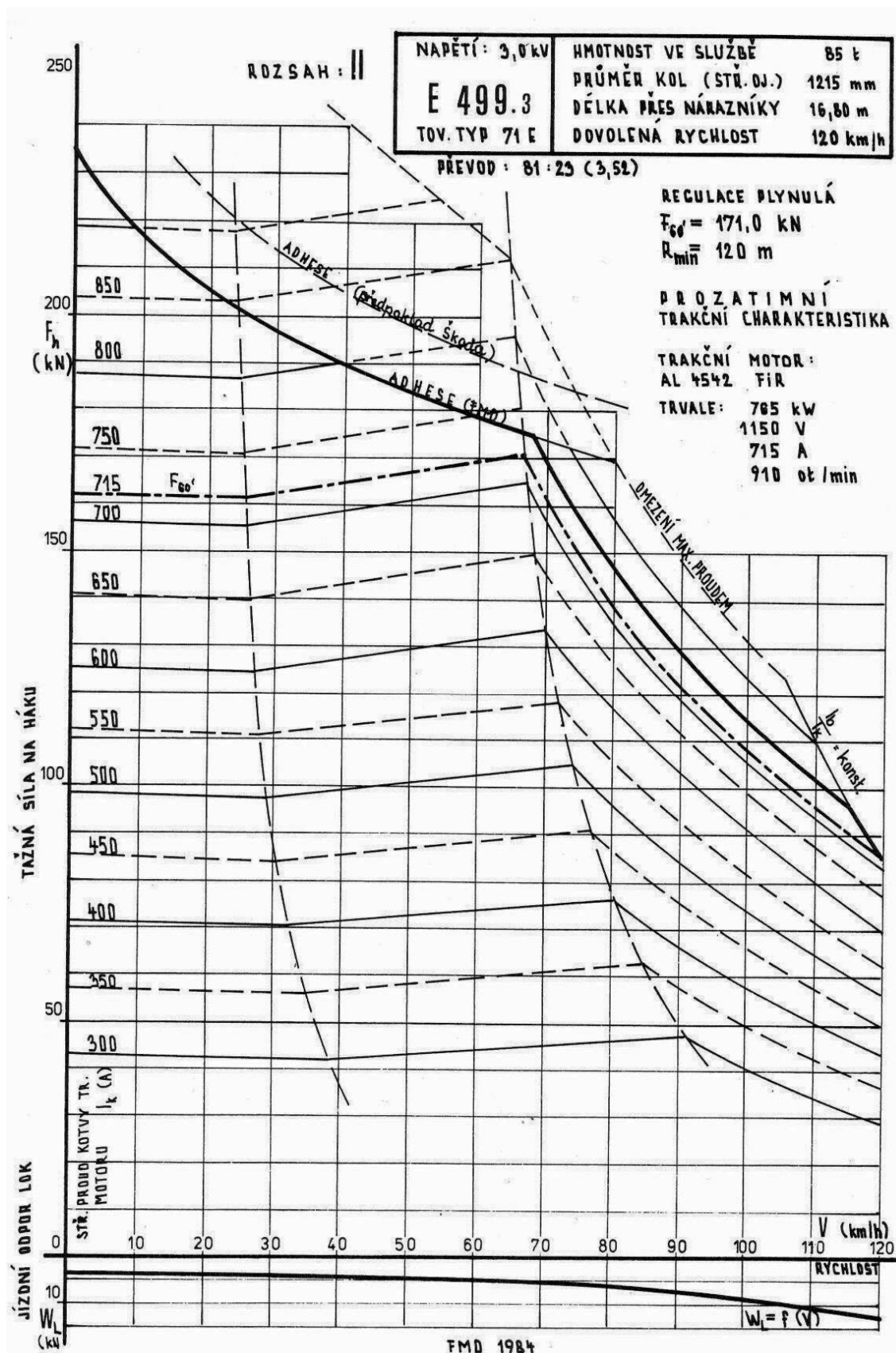
<b>Redukovaný profil traťového úseku Ostrava Kunčice - Frýdek-Místek</b>							
i	k	R <sub>i</sub>	S <sub>i</sub>	l <sub>i</sub>	S <sub>obl</sub>	l <sub>obl</sub>	S <sub>r</sub>
(-)	(-)	(m)	(‰)	(km)	(‰)	(km)	(‰)
33	15	15000	6,00	0,686	0,04	0,023	6,28
	16	380			1,58	0,121	
34	16	380	2,65	0,366	1,58	0,308	3,98
35	17	1500	3,80	0,223	0,40	0,140	4,05
36	17	1500	9,20	0,363	0,40	0,044	9,98
	18	350			1,71	0,155	
37	19	560	4,50	0,614	1,07	0,256	4,95
38	20	6000	1,96	0,333	0,10	0,018	1,97

## Příloha 10



TCH řady 130 s vyznačením bodů pro odečet tažné síly při výpočtu rozjezdového a průjezdového normativu hmotnosti.

## Příloha 11



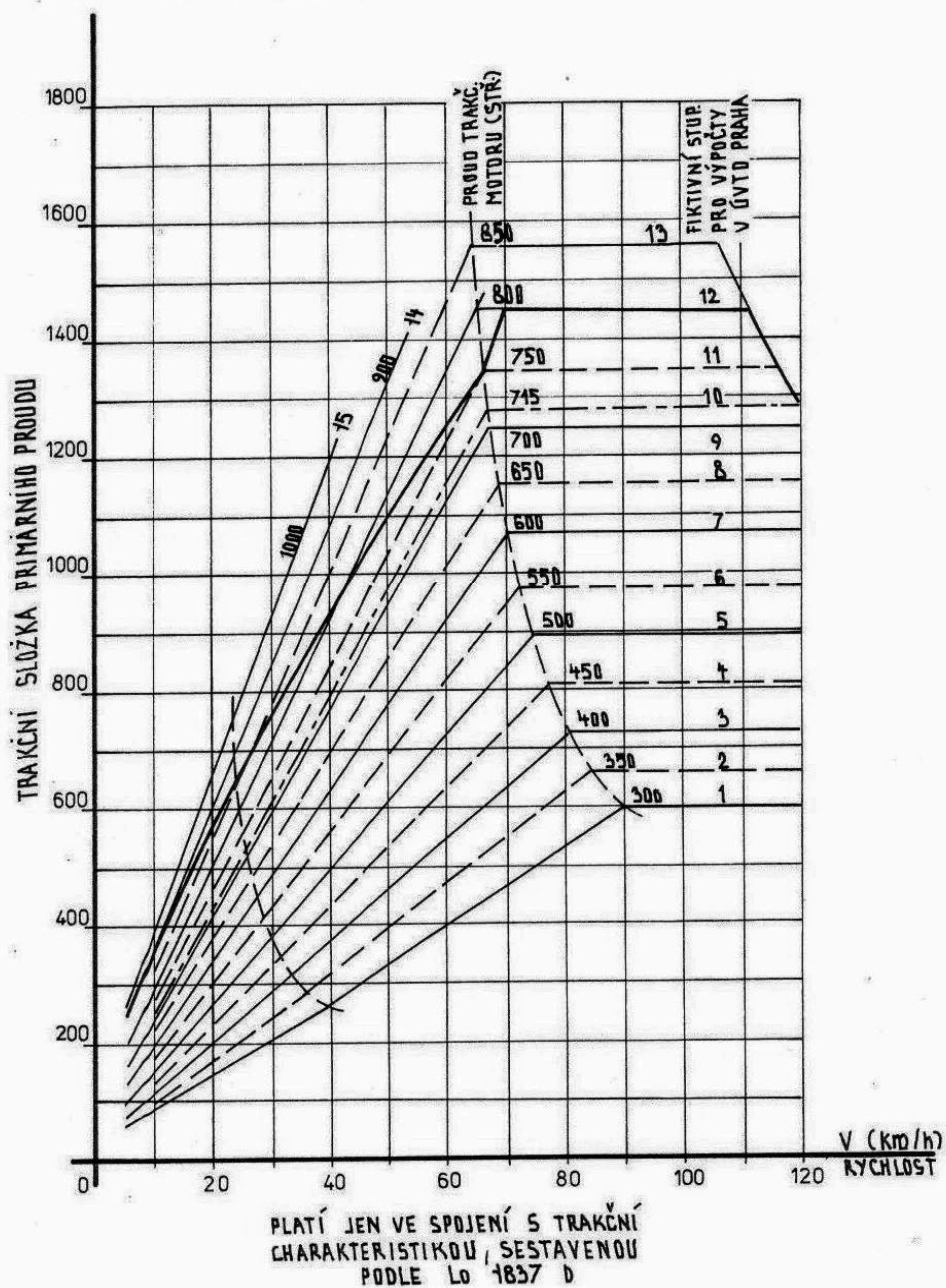
TCH hnacího vozidla řady 163.



## Příloha 12

E 499.3

### ENERGETICKÁ CHARAKTERISTIKA



Spotřební charakteristika HV řady 163.

## Příloha 13

Přehled vlaků jedoucích mezi 12 – 18 h. na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek v GVD 2007/08.

Přehled vlaků osobní dopravy ve směru Ostrava Kunčice - Frýdek-Místek pro reálný GVD 07/08													
Stanice / Číslo vlaku		3104	3150	3118	3152	3120	3154	3122	3156	3124	3126	3128	3158
Ostrava Kunčice	Odj.	12:03:00	12:33:00	13:03:00	13:33:00	14:03:00	14:33:00	15:03:00	15:33:00	16:03:00	16:33:00	17:03:00	17:33:00
	Příj.	12:06:00	12:36:00	13:06:00	13:35:30	14:06:00	14:36:00	15:06:00	15:36:00	16:06:00	16:36:00	17:06:00	17:36:00
Vratimov	Odj.	12:06:30	12:36:30	13:06:30	13:36:00	14:06:30	14:36:30	15:06:30	15:36:30	16:06:30	16:36:30	17:06:30	17:36:30
	Příj.	12:12:30	12:42:30	12:12:30	13:41:00	14:12:30	14:42:30	15:12:30	15:42:30	16:12:30	16:42:30	17:12:30	17:42:30
Paskov	Odj.	12:14:00	12:44:00	12:14:00	13:44:00	14:14:00	14:44:00	15:14:00	15:44:00	16:14:00	16:44:00	17:14:00	17:44:00
	Příj.	12:20:00	12:50:00	12:20:00	13:50:00	14:20:00	14:50:00	15:20:00	15:50:00	16:20:00	16:50:00	17:20:00	17:50:00
Lískovec u Frýdku	Odj.	12:21:00	12:51:00	12:21:00	13:51:00	14:21:00	14:51:00	15:21:00	15:51:00	16:21:00	16:51:00	17:21:00	17:51:00
	Příj.	12:25:00	12:55:00	12:25:00	13:55:00	14:25:00	14:55:00	15:25:00	15:55:00	16:25:00	16:55:00	17:25:00	17:55:00
Přehled vlaků osobní dopravy ve směru Frýdek-Místek - Ostrava Kunčice pro reálný GVD 07/08													
Stanice / Číslo vlaku		3105	3149	3123	3151	3125	3153	3127	3155	3129	3157	3131	
Frýdek-Místek	Odj.	12:32:00	13:02:00	13:30:00	14:02:00	14:32:00	15:00:00	15:32:00	16:02:00	16:32:00	17:00:00	17:32:00	
	Příj.	12:36:00	13:06:00	13:34:00	14:06:00	14:36:00	15:03:00	15:36:00	16:06:00	16:36:00	17:04:00	17:36:00	
Lískovec u Frýdku	Odj.	12:37:00	13:07:00	13:34:30	14:07:00	14:37:00	15:04:00	15:37:00	16:07:00	16:37:00	17:05:00	17:37:00	
	Příj.	12:43:00	13:13:00	13:40:30	14:13:00	14:43:00	15:11:00	15:43:00	16:13:00	16:43:00	17:11:00	17:43:00	
Paskov	Odj.	12:45:00	13:15:00	13:42:00	14:15:00	14:45:00	15:13:00	15:45:00	16:15:00	16:45:00	17:13:00	17:45:00	
	Příj.	12:49:30	13:19:30	13:46:30	14:19:30	14:49:30	15:16:30	15:49:30	16:19:30	16:49:30	17:16:30	17:49:30	
Vratimov	Odj.	12:50:00	13:20:00	13:47:00	14:20:00	14:50:00	15:17:00	15:50:00	16:20:00	16:50:00	17:17:00	17:50:00	
	Příj.	12:53:00	13:23:00	13:50:00	14:23:00	14:53:00	15:20:00	15:53:00	16:23:00	16:53:00	17:20:00	17:53:00	
Ostrava Kunčice													

## Příloha 13 – pokračování

Přehled vlaků nákladní dopravy ve směru Ostrava Kunčice - Frýdek-Místek pro reálný GVD 07/08				
Stanice / Číslo vlaku		Pn 60064	Pn 60052	Pn 60066
Ostrava Svinov	odj.	12:07:00	12:48:00	17:21:00
Vratimov	průj.	12:11:00	12:54:00	17:25:00
Paskov	příj.	12:20:00	13:03:00	17:34:00
	odj.	-	13:19:00	-
Lískovec u Frýdku	příj.	-	13:32:00	-
	odj.	-	15:07:00	-
Frýdek-Místek	příj.	-	15:16:00	-

Přehled vlaků nákladní dopravy ve směru Frýdek-Místek - Ostrava Kunčice pro reálný GVD 07/08				
Stanice / Číslo vlaku		Pn 60063	Pn 60053	Pn 60065
Frýdek-Místek	odj.	-	13:37:00	-
Lískovec u Frýdku	příj.	-	13:44:00	-
	odj.	-	15:52:00	-
Paskov	příj.	-	15:59:00*	-
	odj.	12:23:00		14:21:00
Vratimov	příj.	12:29:00*	16:04:00	14:27:00*
	odj.		16:12:00	
Ostrava Kunčice	příj.	12:33:00	16:18:00	14:31:00

\*průjezd vlaku

## Příloha 14

Přehled vlaků jedoucích mezi 12–18 h. na traťovém úseku Ostrava Kunčice – Frýdek-Místek pro GVD s vypočtenými jízdními dobami.

Přehled vlaků osobní dopravy ve směru Ostrava Kunčice - Frýdek-Místek pro nový GVD													
Stanice / Číslo vlaku		3104	3150	3118	3152	3120	3154	3122	3156	3124	3126	3128	3158
Ostrava Svinov	Odj.	12:03:00	12:33:00	13:03:00	13:33:00	14:03:00	14:33:00	15:03:00	15:33:00	16:03:00	16:33:00	17:03:00	17:33:00
Vratimov	Příj.	12:06:00	12:36:00	13:06:00	13:36:00	14:06:00	14:36:00	15:06:00	15:36:00	16:06:00	16:36:00	17:06:00	17:36:00
	Odj.	12:06:30	12:36:30	13:06:30	13:36:30	14:06:30	14:36:30	15:06:30	15:36:30	16:06:30	16:36:30	17:06:30	17:36:30
Paskov	Příj.	12:11:00	12:40:30	13:11:00	13:40:30	14:11:00	14:40:30	15:11:00	15:40:30	16:11:00	16:40:30	17:11:00	17:40:30
	Odj.	12:12:30	12:42:00	13:12:30	13:42:00	14:12:30	14:42:00	15:12:30	15:42:00	16:12:30	16:42:00	17:12:30	17:42:00
Lískovec u Frýdku	Příj.	12:17:30	12:47:00	13:17:30	13:47:00	14:17:30	14:47:00	15:17:30	15:47:00	16:17:30	16:47:00	17:17:30	17:47:00
	Odj.	12:18:30	12:48:00	13:18:30	13:48:00	14:18:30	14:48:00	15:18:30	15:48:00	16:18:30	16:48:00	17:18:30	17:48:00
Frýdek-Místek	Příj.	12:22:30	12:52:00	13:22:30	13:52:00	14:22:30	14:52:00	15:22:30	15:52:00	16:22:30	16:52:00	17:22:30	17:52:00
Přehled vlaků osobní dopravy ve směru Frýdek-Místek - Ostrava Kunčice pro nový GVD													
Stanice / Číslo vlaku		3105	3149	3123	3151	3125	3153	3127	3155	3129	3157	3131	
Frýdek-Místek	Odj.	12:32:00	13:02:00	13:30:00	14:02:00	14:32:00	15:00:00	15:32:00	16:02:00	16:32:00	17:00:00	17:32:00	
Lískovec u Frýdku	Příj.	12:35:30	13:06:00	13:33:30	14:06:00	14:35:30	15:04:00	15:35:30	16:06:00	16:35:30	17:04:00	17:35:30	
	Odj.	12:36:30	13:07:00	13:34:30	14:07:00	14:36:30	15:05:00	15:36:30	16:07:00	16:36:30	17:05:00	17:36:30	
Paskov	Příj.	12:41:30	13:12:00	13:39:30	14:12:00	14:41:30	15:10:00	15:41:30	16:12:00	16:41:30	17:10:00	17:41:30	
	Odj.	12:43:30	13:14:00	13:41:30	14:14:00	14:43:30	15:12:00	15:43:30	16:14:00	16:43:30	17:12:00	17:43:30	
Vratimov	Příj.	12:47:30	13:18:30	13:45:30	14:18:30	14:47:30	15:16:30	15:47:30	16:18:30	16:47:30	17:16:30	17:47:30	
	Odj.	12:48:00	13:19:00	13:46:30	14:19:00	14:48:00	15:17:00	15:48:00	16:19:00	16:48:00	17:17:00	17:48:00	
Ostrava Kunčice	Příj.	12:51:00	13:22:00	13:49:00	14:22:00	14:51:00	15:20:00	15:51:00	16:22:00	16:51:00	17:20:00	17:51:00	

## Příloha 14 – pokračování

Přehled vlaků nákladní dopravy ve směru Ostrava Kunčice - Frýdek-Místek pro nový GVD				
Stanice / Číslo vlaku		Pn 60064	Pn 60052	Pn 60066
Ostrava Kunčice	odj.	12:07:00	12:48:00	17:21:00
Vratimov	průj.	12:11:00	12:52:00	17:25:00
Paskov	příj.	12:17:30	12:58:30	17:31:30
	odj.	-	13:19:00	-
Lískovec u Frýdku	příj.	-	13:28:00	-
	odj.	-	15:07:00	-
Frýdek-Místek	příj.	-	15:14:30	-

Přehled vlaků nákladní dopravy ve směru Frýdek-Místek - Ostrava Kunčice pro nový GVD				
Stanice / Číslo vlaku		Pn 60063	Pn 60053	Pn 60065
Frýdek-Místek	odj.	-	13:37:00	-
Lískovec u Frýdku	příj.	-	13:42:00	-
	odj.	-	15:52:00	-
Paskov	příj.	-	15:58:00*	-
	odj.	12:23:00		14:21:00
Vratimov	příj.	12:27:30*	16:02:00	14:25:30*
	odj.		16:12:00	
Ostrava Kunčice	příj.	12:31:00	16:16:30	14:29:00

\* průjezd vlaku